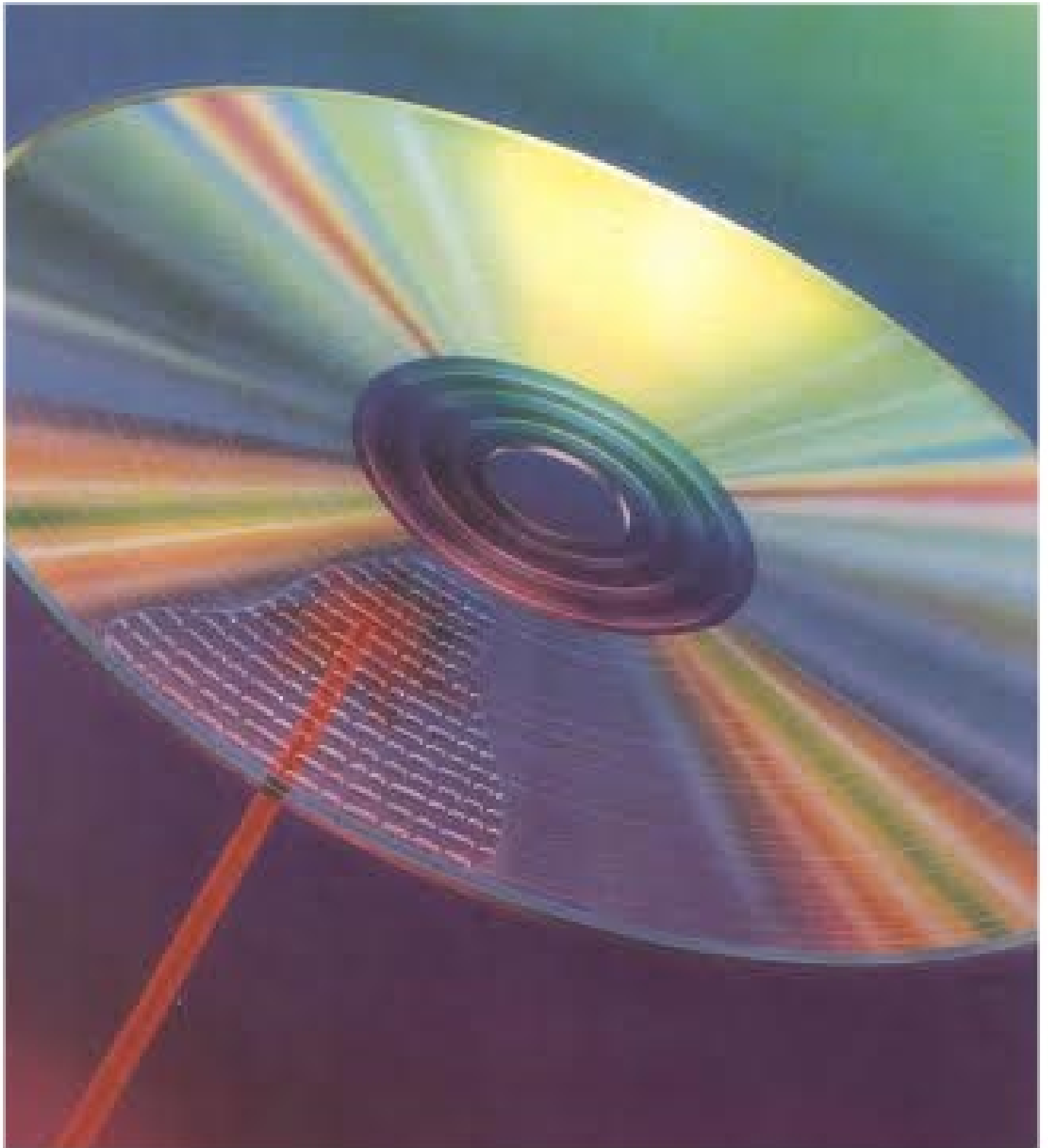


دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعِلْمِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمُنْتَظَرَةِ وَالطَّبِيعَةِ

10

الآلات والاختراعات

١٠

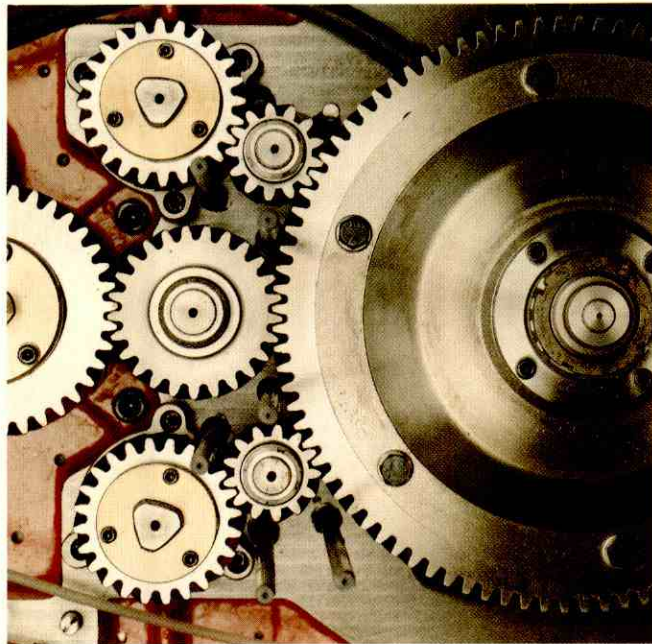


دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمُتَطَوِّرَةِ وَالطَّبِيعَةِ



١٠ الآلات والاختراعات 10

www.mn9002.com



الناشرون

TIME
LIFE
BOOKS

دار الكتاب اللبناني
بيروت

دار الكتاب المصري
اقامة

المحتويات

اختراعات غيرت التاريخ

1

4 - ٤

6 - ٦

8 - ٨

10 - ١٠

12 - ١٢

14 - ١٤

16 - ١٦

18 - ١٨

20 - ٢٠

22 - ٢٢

24 - ٢٤

26 - ٢٦

28 - ٢٨

كَيْفَ اخْتُرَعَتِ آلَةُ الطَّبَاعَةِ ؟

مَنْ قَامَ بِتَطْوِيرِ التِّلْغَرِافِ ؟

كَيْفَ كَانَ تَلْفُونُ بِلْ يَعْمَلُ ؟

كَيْفَ تُحَافِظُ السَّاعَاتُ المِيكَانِيكِيَّةُ عَلَى الْوَقْتِ ؟

مَا هِيَ الْآلَةُ الْحِصَادَةُ الدَّرَاسَةُ ؟

كَيْفَ كَانَتْ تَعْمَلُ أَوَّلُ آلَةِ تَصْوِيرٍ ؟

مَنْ اخْتَرَعَ آلَةَ التَّصْوِيرِ الضَّوئيةَ ؟

مَا هُوَ الْكِينُوسْكُوبُ (الْفَانُوسُ السَّحْرِيُّ) ؟

كَيْفَ كَانَ يَنْدُو التَّلِيفُزْيُونُ الْأَوَّلِيُّ ؟

كَيْفَ يَعْمَلُ الدِّينَامِيْتُ ؟

مَا هُوَ صَارُوحُ ف - ٢ ؟

كَيْفَ تَعْمَلُ الْمُؤَلَّدَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ ؟

آلاتُ الصَّانِعَةِ وَالْعُلُومِ

2

30 - ٣٠

32 - ٣٢

34 - ٣٤

36 - ٣٦

38 - ٣٨

40 - ٤٠

42 - ٤٢

44 - ٤٤

46 - ٤٦

48 - ٤٨

50 - ٥٠

52 - ٥٢

كَيْفَ تَعْمَلُ الْمَجَاهِرُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ ؟

مَا هُوَ رَاسِمُ الطِّيفِ الصَّوْتِيِّ ؟

كَيْفَ يَسْتَطِيعُ جِهَازُ كَشْفِ الْكُذْبِ أَنْ يُحَدِّدَ الْأَكَاذِيبَ ؟

كَيْفَ تُسَجَّلُ مُسَدَّسَاتُ السَّرْعَةِ سُرْعَاتِ الْكُرَاتِ ؟

كَيْفَ تَتِمُّ الطَّبَاعَةُ الْحَدِيثَةُ ؟

كَيْفَ تَعْمَلُ أَجْهَرَةُ الْكَشْفِ عَنِ الْمَعَادِنِ ؟

مَا هِيَ مِضْحَةُ التَّفْرِيعِ ؟

كَيْفَ يُقَاسُ تَدْفُقُ الْمَوَائِعِ ؟

كَيْفَ تُصْنَعُ أَجْهَرَةُ الْقِيَاسِ الدَّقِيقَةُ ؟

كَيْفَ يُمَكِّنُ ثَنَقِيَّةُ الْهَوَاءِ ؟

مَا هُوَ الْمِرْفَاعُ ذَاتِي الرَّفْعِ ؟

3

54 - ٥٤

56 - ٥٦

58 - ٥٨

60 - ٦٠

62 - ٦٢

64 - ٦٤

66 - ٦٦

68 - ٦٨

70 - ٧٠

كَيْفَ تُنْقَلُ التَّلِيفُونَاتُ (الْمِسْرَاتُ) الْأَصْوَاتِ ؟

مَاذَا يُوجَدُ دَاخِلَ آلَةِ الْبَيْعِ ؟

كَيْفَ تُخْزَنُ الْبَيِّنَاتُ فِي الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ ؟

كَيْفَ تَعْمَلُ آلَةُ نَسْخِ (تَصْوِيرِ) الْمُسْتَنَدَاتِ بِأَلْوَانِهَا ؟

هَلْ تَتَشَابَهُ جَمِيعُ أَنْظِمَةِ الْإِنْدَارِ بِحَرِيقِ ؟

كَيْفَ تَتَحَرَّكُ الْمَصَاعِدُ ، وَالسَّلَالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ ؟

كَيْفَ يُرْسَلُ فَاكْسُ أَوْ يُسْتَقْبَلُ ؟

مَا هِيَ السُّبُورَةُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ ؟

طَفْرَةٌ فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ

كَيْفَ تُرَكِّزُ آلَةُ التَّصْوِيرِ ذَاتِيًّا ؟

كَيْفَ يُكُونُ التَّلْفِيزِيُّونَ صُورًا مُلَوَّنَةً ؟

مَا هُوَ التَّلْفِيزِيُّونَ عَالِي الْوُضُوحِ ؟

هَلْ يَسْتَطِيعُ المِكَرُوفُونُ تَحْوِيلَ الصَّوْتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ، وَبِالعَكْسِ ؟

كَيْفَ يُسَجَّلُ مُسَجِّلُ التَّرْتِيبَةِ (الفِيدْيُو) الْبَرَامِجِ ؟

كَيْفَ يَنْبَعَثُ الصَّوْتُ مِنَ المِذْيَاعِ ؟

لِمَاذَا يَكُونُ الصَّوْتُ النَّاتِجُ عَنِ الْأَقْرَاصِ الصَّوْتِيَّةِ الْمُذْمَجَّةِ بِهَذَا الْوُضُوحِ ؟

كَيْفَ تُضَبِّطُ أَجْهَزَةُ الْفَرْصِ السِّينِمَائِيَّةِ الصَّوْتِ مَعَ الصُّورَةِ ؟

مَا هُوَ مُضْطَبَعُ الصَّوْتِ ؟

كَيْفَ تُصَنِّعُ الصُّورُ الْفُوْتُوْغَرَفِيَّةُ الْفَوْرِيَّةُ الْمُلَوَّنَةُ ؟

كَيْفَ تُكَبِّرُ الْمَنَاطِيرُ ثَنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ الْأَجْسَامِ ؟

لِمَاذَا يُسْتَحْدَمُ الْكُورَاتُزُ فِي السَّاعَاتِ ؟

آلات لِلْمَنْزِلِ

هَلْ يُمَكِّنُ إِسْرَاعُ الطَّهْيِ بَرِيَادَةَ الضَّغْطِ ؟

لِمَاذَا تُنْضَجُ الْمُوجَّاتُ الدَّقِيقَةُ (المِكَرُوفِي) الطَّعَامِ ؟

كَيْفَ يُمَكِّنُ لآلَةُ أَنْ تَقُومَ بِحِيَاكَةِ الْمَلَابِسِ ؟

كَيْفَ تُبْرَدُ الثَّلَاجَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الطَّعَامِ ؟

كَيْفَ تَقْيَسُ الْمَوَازِينُ الْأَثْقَالِ ؟

كَيْفَ يَعْمَلُ صُنْبُورُ الْمَاءِ ؟

كَيْفَ تُغْسَلُ الْمَلَابِسُ بِوَاسِطَةِ آلَةٍ ؟

مَا هُوَ نِظَامُ الْأَمْنِ ؟

كَيْفَ تَقُومُ غَسَّالَةُ الْأَطْبَاقِ بِتَنْظِيفِ الْأَطْبَاقِ ؟

كَيْفَ تَعْمَلُ عَدَّادَاتُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ ؟

مَا الَّذِي يُشْغَلُ الْمُنْتَظَمَاتِ الْحَرَارِيَّةُ (التَّرْمُوسَاتِ) وَيُوقِفُهَا ؟

كَيْفَ يَقُومُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ بِالتَّبْرِيدِ ؟

مَا هُوَ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ ؟

مُعْجَزَاتُ طَبِيبَةٍ

كَيْفَ تَعْمَلُ التَّرْمُومَتْرَاتُ الْفَوْرِيَّةُ ؟

كَيْفَ يُقَاسُ ضَغْطُ الدَّمِ ؟

مَا هُوَ الْقَلْبُ الْآلِيُّ (الْإِصْطِنَاعِيُّ) ؟

كَيْفَ يَعْمَلُ مَسَاحُ الرَّسْمِ الْمَقْطَعِيُّ الْمَحَوْرِيُّ الْمَزُودُ بِالْحَاسِبِ

(CAT) ؟

مَا هُوَ جِهَازُ رَاسِمِ الْقَلْبِ (EKG) ؟

هَلْ تَسْتَطِيعُ الْمَنَاطِيرُ اللَّيْفِيَّةُ أَنْ تَوْضَحَ دَاخِلَ الْجِسْمِ ؟

لِمَاذَا تَظْهَرُ الْعِظَامُ فِي الصُّورِ بِالْأَشْعَةِ السِّينِيَّةِ ؟

مَا هِيَ الصُّورُ لِلْمُوجَّاتِ الصَّوْتِيَّةِ ؟

لِمَاذَا تُعْتَبَرُ سَمَاعَةُ الطَّيِّبِ (الْمَسْمَاعِ) مُفِيدَةً ؟

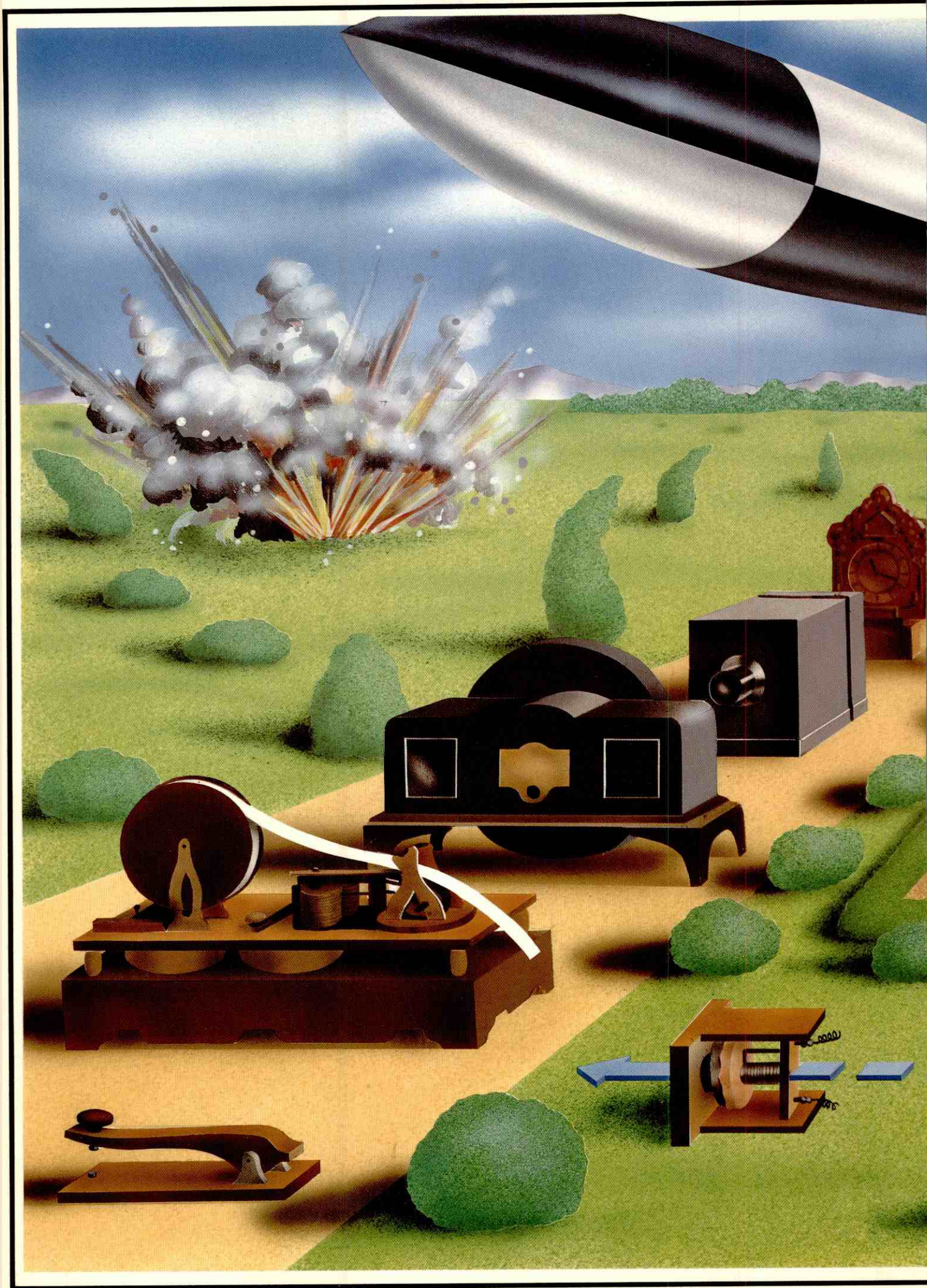
مَعَانِي الْمُصْطَلَحَاتِ

اِخْتِرَاعَاتٌ غَيَّرَتِ التَّارِيخَ

إِنَّ الْحَافِزَ لِلْمُخْتَرَعِينَ هُوَ الْحَاجَةُ لِتَوْفِيرِ الْمَجْهُودِ وَجَعَلَ الْأَشْيَاءَ تَعْمَلُ بِصُورَةٍ أَفْضَلَ . وَقَدْ حَاوَلَ النَّاسُ عَلَى مَدَارِ آلَافِ السِّنِينَ أَنْ يُحَسِّنُوا حَيَاتَهُمْ ، أَوَّلًا بِالِاخْتِرَاعَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ — النَّارِ وَالْأَدَوَاتِ الْبَسِيطَةِ وَالْعَجَلَةِ — ثُمَّ بِالْآلَاتِ الْأَكْثَرِ تَعْقِيدًا . وَقَدْ اسْتَفَادَ عَالَمُنَا مِنْ هَذِهِ الْإِخْتِرَاعَاتِ وَمِنْ تَأْثِيرِ آلَافِ التَّطَوُّرَاتِ التَّقْنِيَّةِ ، كَبِيرِهَا وَصَغِيرِهَا . وَلَكِنَّ قَلِيلًا مِنَ الْإِخْتِرَاعَاتِ كَانَتْ ذَاتَ تَأْثِيرٍ قَوِيٍّ جَدًّا ، لِدَرَجَةٍ أَنَّهُ يُمَكِّنُ اعْتِبَارَهَا قَدْ غَيَّرَتْ مَجْرَى التَّارِيخِ .

فَإِذَا نَظَرْنَا إِلَى تَارِيخِ التَّقْدُمِ التَّكْنُولُوجِيِّ ، فَإِنَّ رَائِدَ الْكُمْبِيُوتَرِ نُورْبِرْت فَاينَرِ قَدْ قَسَمَ الْعَصْرَ الْحَدِيثَ إِلَى ثَلَاثَةِ عَصُورٍ رَئِيسِيَّةٍ . الْأَوَّلُ سَمَّاهُ عَصْرَ السَّاعَةِ . فَتَطَوَّرَ دِقَّةُ أَجْهَزَةٍ حِسَابِ الْوَقْتِ مِنْذُ الْقَرْنِ ١٤ سَاعَدَتْ الْمُسْتَكَشِفِينَ الْعِظَامَ عَلَى تَقْدِيرِ مَوَاقِعِهِمْ بِدِقَّةٍ مُتَنَاهِيَةٍ خِلَالَ رِحْلَاتِهِمْ الْإِسْتِكْشَافِيَّةِ . وَالْعَصْرُ الثَّانِي لِفَاينَرِ هُوَ عَصْرُ آلَةِ الْإِخْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ . فَقَدْ كَانَ لِتَطَوُّرِ الْآلَةِ الْعَمَلِيَّةِ الَّتِي تُسْتَمِدُّ قُدْرَتَهَا مِنَ الْبَنْزِينَ أَثَرُهُ الْوَاضِحُ فِي زِيَادَةِ حَرَكَةِ الْبَشَرِ وَإِثَابَةِ غَزْوِ الْهَوَاءِ . وَالْعَصْرُ الثَّالِثُ لِفَاينَرِ هُوَ الْعَصْرُ الْحَالِي — عَصْرُ الْكُمْبِيُوتَرِ — حَيْثُ تُسْتَخْدَمُ الْأَجْهَزَةُ الْحَاسِبَةُ الْمَبْرَمَجَّةُ فِي كُلِّ شَيْءٍ تَقْرِيْبًا ، مِنْ آلَاتِ الْغَسِيلِ إِلَى مَرَكَبَاتِ الْفَضَاءِ . وَقَدْ سَجَّلَ بَعْضُ الْمُؤَرِّخِينَ إِخْتِرَاعَاتٍ أُخْرَى غَيَّرَتْ مَجْرَى التَّارِيخِ ، مِنْهَا آلَةُ الطَّبَاعَةِ ، وَالْبَارُودُ ، وَالْآلَةُ الْبُخَارِيَّةُ . وَعَلَى الْعُمُومِ ، فَبِالنَّظَرِ إِلَى تَارِيخِ التَّطَوُّرِ التَّكْنُولُوجِيِّ ، يَتَضَحُّ أَنَّ اِتِّكَارَاتِ الْبَشَرِيَّةِ قَدْ غَيَّرَتْ الْعَالَمَ الَّذِي نَعِيشُ فِيهِ جَذْرِيًّا .

مَجْمُوعَةٌ مِنَ التَّطَوُّرَاتِ الْعِلْمِيَّةِ وَالتَّكْنُولُوجِيَّةِ الَّتِي أَثَرَتْ فِي حَيَاةِ الْبَشَرِ . وَتَسْتَظْهَرُ إِخْتِرَاعَاتٌ جَدِيدَةٌ تُغَيِّرُ التَّارِيخَ مَرَّةً أُخْرَى عَلَى مَدَارِ الزَّمَنِ .

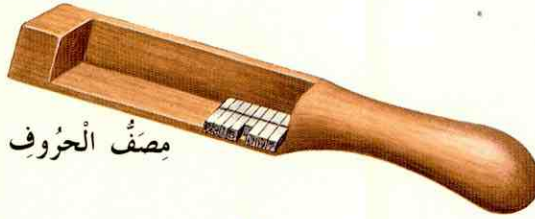


كَيْفَ اخْتُرَتْ آلَةُ الطَّبَاعَةِ؟

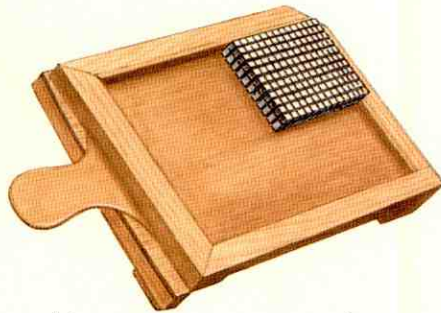
عَلَى صَفْحَةٍ كَامِلَةٍ مَطْبُوعَةٍ . وَكَانَ يَتِمُّ طَبَاعَةُ حَتَّى ١٠٠ نُسْخَةٍ مِنْ كُلِّ صَفْحَةٍ ، ثُمَّ يُفَكُّ التَّمُودُجُ لِتَكْوِينِ الصَّفْحَةِ التَّالِيَةِ ، وَهَكَذَا حَتَّى يُطْبَعَ كِتَابٌ بِأَكْمَلِهِ . وَقَدْ أَكَّدَتْ سُرْعَةُ طَرِيقَةِ جُوتْنِبِرْج أَنَّهُ يُمَكِّنُ مِنْذُ هَذَا الْوَقْتِ طَبَاعَةَ الْكُتُبِ بِالْمِائَاتِ بِسُهُولَةٍ ، مِمَّا أَدَّى إِلَى انْتِشَارِ الْمَعْرِفَةِ وَالْأَخْبَارِ وَالْآرَاءِ عِبْرَ أُرُوبَا .

كَانَتْ الْكُتُبُ نَادِرَةً وَبَاهِظَةً الثَّمَنِ قَبْلَ مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ ١٥ ، فَقَدْ كَانَ الْمَثَابِرُونَ يَنْسَخُونَهَا وَيَرُسِّمُونَهَا بِالْيَدِ . وَفِي الصِّينِ ، حَفَرَ النَّاسُ الْأَوْحَا مِنْ الْخَشَبِ بِالْكَلِمَاتِ وَالصُّوَرِ ، وَحَبَّرُوا الْأَلْوَا حَ ثُمَّ ضَعُطُوهَا عَلَى الْوَرَقِ . وَلَكِنَّ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةَ كَانَتْ بَاطِنَةً جِدًّا . ثُمَّ قَامَ صَائِعُ فَضَّةٍ أَلْمَانِيٌّ يُدْعَى يُوَهَانُ جُوتْنِبِرْج بِاخْتِرَاعِ أَوَّلِ آلَةِ طَبَاعَةٍ تَسْتَخْدِمُ حُرُوفًا مُتَحَرِّكَةً ، فَقَدْ سَبَّكَ جُوتْنِبِرْج حُرُوفَ الْهَجَاءِ مُنْفَصِلَةً مِنْ سَبَّكَةِ مِنَ الرِّصَاصِ وَالْقَصْدِيرِ وَالْأَلْتِمُونِ . وَبَعْدَ سَبَّكَةِ الْحُرُوفِ يُمَكِّنُ تَرْتِيبَهَا لِتَكُونِ كَلِمَاتٍ لِصَفْحَةٍ كَامِلَةٍ مِنْ مَوْضُوعٍ . وَبِضَعُطِ فَرْخٍ مِنَ الْوَرَقِ عَلَى التَّمُودُجِ الْمُعْطَى بِالْحَبْرِ فَإِنَّهُ يُمَكِّنُ الْحُصُولَ

١ - الْجَمْعُ . يُلْتَقِطُ الطَّبَّاعُ تَمَازِجَ الْحُرُوفِ مِنْ صُنْدُوقِ الْحُرُوفِ (أَسْفَلَ) لِيَكُونَ سَطْرًا مِنَ النَّصِّ فِي مِصْفَى الْحُرُوفِ الْخَشَبِيِّ .



مِصْفَى الْحُرُوفِ



لَوْحَ رَصِّ السُّطُورِ



صُنْدُوقُ الْحُرُوفِ

٢ - رَصُّ السُّطُورِ . يُرْتَّبُ الطَّبَّاعُ صُفُوفَ النَّصِّ بِاسْتِخْدَامِ مِصْفَى الْحُرُوفِ لِيَكُونَ صَفْحَةً كَامِلَةً مِنَ النَّصِّ فِي لَوْحِ رَصِّ السُّطُورِ (أَعْلَى يَسَارَ) .



قَالَ

٣ - التَّحْبِيرُ . يُنْقَلُ الطَّبَّاعُ الصَّفْحَةُ الْمَرْصُوصَةُ إِلَى آلَةِ الطَّبَاعَةِ وَيُحَبِّرُهَا بِاسْتِخْدَامِ كُرَةِ الْحَبْرِ .

يُوهَانُ جُونْتِنْبِرْج

(١٣٩٧ - ١٤٦٨)

مَعْرُوفٌ بِاخْتِرَاعِهِ أَوَّلَ

آلَةِ طَبَاعَةِ أُورُوبِيَّةٍ

بِخُرُوفٍ مُنْحَرَكَةٍ فِي

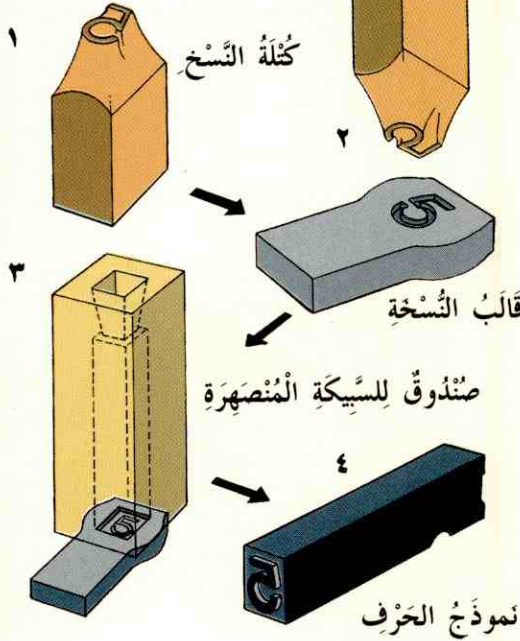
عَامِ ١٤٣٨ . هَذِهِ الْآلَةُ

تَطَوَّرَ لِمَعَصَرَةِ النَّبِيدِ الَّتِي كَانَتْ شَائِعَةً الْاسْتِعْمَالِ فِي

مَزَارِعِ الْكُرُومِ بِالْقُرْبِ مِنْ مَسْقَطِ رَأْسِهِ .



قَطَعَ جُونْتِنْبِرْج كُتْلَةً مِنْ مَعْدِنٍ صُلْبٍ عَلَى شَكْلِ أَحَدِ
الْأَرْقَامِ (١) . ثُمَّ ضَعَطَ كُتْلَةَ النَّسْخِ عَلَى مَعْدِنٍ
لِيَنَاحِضَ عَلَى النَّسْخَةِ (٢) وَصَبَّ سَبِيكَةً مُنْصَهَرَةً
فِي الصُّنْدُوقِ (٣) ، وَتَرَكَ السَّبِيكَةَ لِتَتَجَمَّدَ إِلَى
نُموذج بارز للرقم (٤) . سَبْكُ الْحُرُوفِ :



عَمَلِيَّةُ الطَّبْعِ

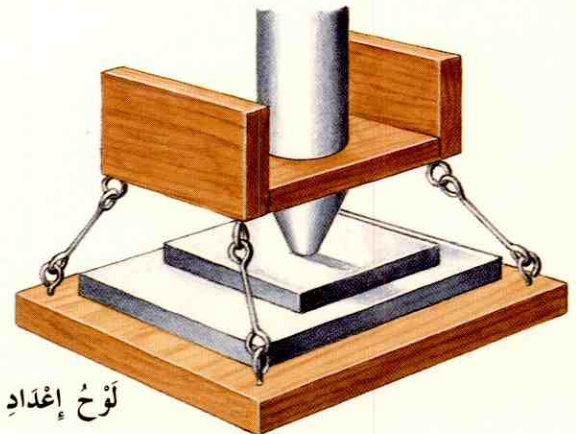


إِنْجِيلُ جُونْتِنْبِرْج

كَانَ أَوَّلَ كِتَابٍ طَبَعَهُ جُونْتِنْبِرْج هُوَ إِنْجِيلُ أَعْدَهُ فِي ٤٢ سَطْرًا

بِكُلِّ صَفْحَةٍ وَنَشَرَهُ عَامَ ١٤٥٥ . وَكَانَتْ الرُّسُومَاتُ الرَّخْرِفِيَّةُ

مَا زَالَتْ تُرْسَمُ بِالْيَدِ .



لَوْحُ إِعْدَادِ الْحُرُوفِ

٤ - الطَّبَاعَةُ . يَضَعُ الطَّبَّاعُ وَرَقَةً فَوْقَ
الْحُرُوفِ فِي الْقَالِبِ وَيُبْنِئُ فِي مَكَانِهِ
بِإِطَارٍ . وَبِتَدْوِيرِ الرَّافِعَةِ ، يُؤَثِّرُ الضَّغْطُ
عَلَى اللُّوْحِ وَيُطْبَعُ النَّصُّ .

مَنْ قَامَ بِتَطْوِيرِ التَّلِغْرَافِ ؟



كَانَ صَمُوِيلُ ف. ب. مَوْرسَ .
(١٧٩١ - ١٨٧٢) فَنَّاًا
وَمُخْتَرَعًا .

اِكتَشَفَ الْعُلَمَاءُ فِي أَوَاخِرِ الْقَرْنِ ١٨ أَنَّهُ يُمَكِّنُ نَقْلَ التِّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ لِمَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ عَبْرَ الْأَسْلَاقِ فِي التَّوَقُّفِ . وَاسْتَمَرَّتِ التَّجَارِبُ خِلَالَ الْقَرْنِ ١٩ ، وَبِحُلُولِ عَامِ ١٨٣٥ كَانَ صَمُوِيلُ ف. ب. مَوْرسَ قَدْ اخْتَرَعَ أَوَّلَ تِلْغْرَافٍ عَمَلِيٍّ . وَكَانَ جِهَازُ مَوْرسَ يَنْقُلُ دَفْعَاتِ التِّيَّارِ الْقَصِيرَةِ وَالطَّوِيلَةِ — النَّقْطَ وَالشَّرْطَ — الَّتِي تُمَثِّلُ الْحُرُوفَ الْهَجَائِيَّةَ وَالْأَرْقَامَ بِاسْتِخْدَامِ تَوَلِيفَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنْهَا . وَكَانَتْ بُضَائِ التِّيَّارِ تُسَبِّبُ قِيَامَ مَغْنَاطِيْسٍ بِتَحْرِيكِ رِيشَةٍ فِي جِهَازِ الْاسْتِقْبَالِ تُسَجِّلُ تَتَابُعَ النَّقْطِ وَالشَّرْطِ لِيَحُلَّ شِفْرَتَهَا عَامِلُ التَّلِغْرَافِ فِيمَا بَعْدَ .

وَقَدْ سَاعَدَتْ مَحَطَّاتُ التَّوَصِيلِ عَلَى حَمْلِ الْإِشَارَاتِ لِمَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ ، وَسَرْعَانَ مَا تَمَّ مَدُّ أَوَّلِ خَطِّ تِلْغْرَافِيٍّ يَرْتَبِطُ بِإِنْجِلْتْرَا بِقَارَةِ أُورُوبَا . وَبِحُلُولِ عَامِ ١٨٥٨ تَمَّ مَدُّ أَوَّلِ خَطِّ عَبْرَ الْأَطْلَنْطِيِّ بَيْنَ أَيْرْلَنْدَا وَنِيُوفَوْنْدْلَانْد . وَرَغْمَ أَنَّ هَذَا الْخَطَّ الْأَوَّلَ تَوَقَّفَ عَنِ الْعَمَلِ سَرِيعًا بَعْدَ تَرْكِيبِهِ ، إِلَّا أَنَّ الْخَطَّ الثَّانِي الَّذِي تَمَّ اسْتِكْمَالُهُ عَامَ ١٨٦٦ قَدْ عَمِلَ لِفَتْرَةٍ أَطْوَلَ . وَفَجْأَةً ، أَصْبَحَ فِي الْإِمْكَانِ الْإِتِّصَالُ السَّرِيعُ بِالْأَمَاكِنِ الْبَعِيدَةِ . وَقَدْ مَهَّدَ اخْتِرَاعُ التَّلِغْرَافِ الطَّرِيقَ أَمَامَ الْإِتِّصَالَاتِ الْكَهْرُومَغْنَاطِيْسِيَّةِ الَّتِي تَلَتْهُ . وَصَلَتْهُ بِالْيَمُور — وَاشِنْتُنْ .

آلَةُ التَّقْيِيبِ

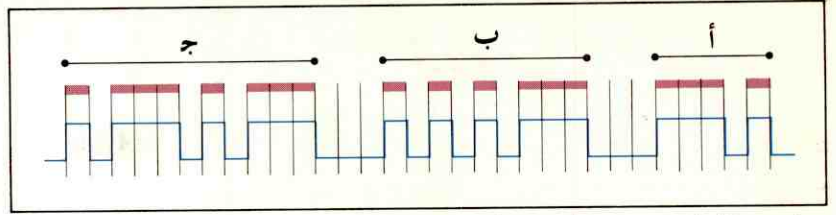
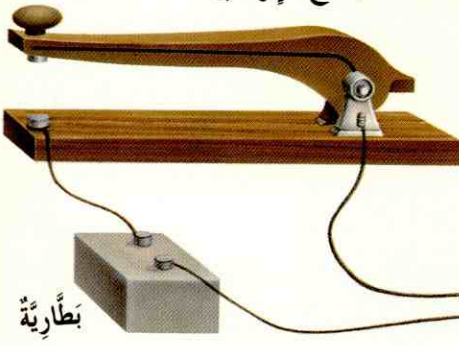
مَغْنَاطِيْسٌ كَهْرَبِيٌّ

شَرِيطٌ مِنَ الْوَرَقِ

تَقْنِيَةُ تَحْرِيكِ الشَّرِيطِ

أُرْسِلَ مَوْرسَ أَوَّلَ رِسَالَةٍ تِلْغْرَافِيَّةٍ
عَلَى جِهَازِهِ بَيْنَ وَاشِنْتُنْ
وَبَالْيَمُور عَامَ ١٨٤٤ .

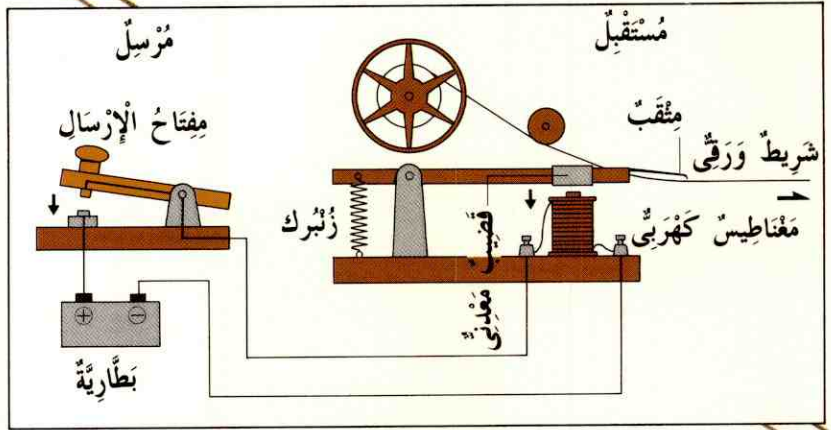
مفتاح الإرسال



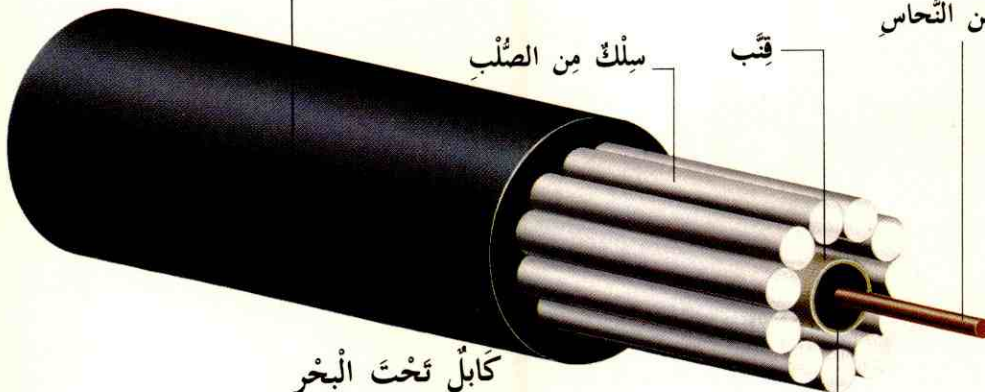
تُمَثِّل تُولِيْفَةُ الإِشَارَاتِ الطَّوِيلَةِ وَالْقَصِيرَةِ فِي شِفْرَةِ مُورِس ، الْحُرُوفَ . وَطُولُ الشَّرْطَةِ يُعَادِلُ ثَلَاثَةَ أَمْثَالِ النُّقْطَةِ ، فَالْحَرْفُ أ — مَثَلًا — نُقْطَةُ شَرْطَةٍ . وَتَدْخُلُ وَقْفَةٌ وَاحِدَةٌ بَيْنَ النُّقْطِ وَالشَّرْطِ ، وَثَلَاثُ وَقَفَاتٍ بَيْنَ الْحُرُوفِ .

نظريّة التشغيل

يَتَكَوَّنُ الْمُرْسِلُ مِنْ مِفْتَاحٍ يُوصَلُ التَّيَّارَ عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَيْهِ لِأَسْفَلٍ . وَوُصُولُ الإِشَارَةِ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ يُؤَدِّي إِلَى تَحْرِيكِ قُضَيْبٍ مَعْدِنِيٍّ نَحْوَ الْمَغْنَاطِيسِ الْكَهْرَبِيِّ . وَيَتَحَكَّمُ الْمَغْنَاطِيسُ بِدَوْرِهِ فِي رِيشَةٍ (أَوْ مِثْقَبٍ كَمَا فِي هَذَا النَّوعِ) تُسَجِّلُ النُّقْطَ وَالشَّرْطَ عَلَى شَرِيْطٍ دَوَّارٍ مِنَ الْوَرَقِ .



غلاف واقٍ



سَيْلُكَ مِنَ التُّحَاسِ

خَطُّ الْإِتِّصَالَاتِ

كَبَلٌ تَحْتَ الْبَحْرِ

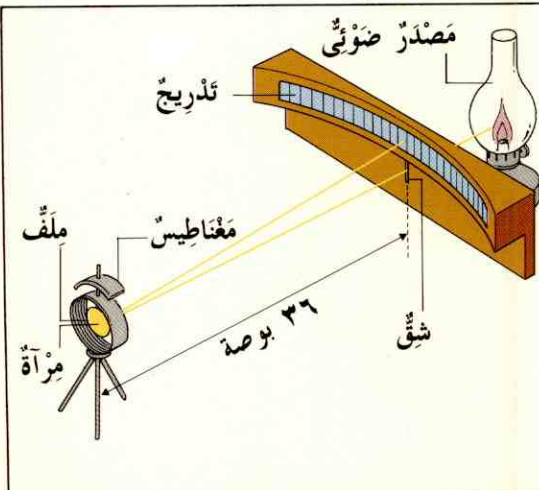
كَانَ أَحَدُ الْكَابِلَاتِ الْبَحْرِيَّةِ الْأُولَى يَحْوِي أَسْلَكًَا مِنَ التُّحَاسِ وَالصُّلْبِ الْمَلْفُوفَةِ فِي الْقَبْصِ الْمَنْقُوعِ بِالْقَارِ . وَغُرِلَتِ الْأَسْلَكَُ بِمَادَّةِ جَاتَابَرِي الشَّيْبَةِ بِالْمَطَّاطِ لِتَحْمِيَّتِهَا مِنَ الصَّدَأِ .

جَلْفَانُومِتر تُوْمَسُون

تَضَعُفُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ خِلَالَ الْمَسَافَاتِ الطَّوِيلَةِ . وَقَدْ حَلَّ تُوْمَسُونُ هَذِهِ الْمَشْكِلَةَ بِجَلْفَانُومِترِهِ . فَكُلُّ إِشَارَةٍ تُسَبِّبُ تَذْدَبَ إِثْرَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ . وَتَعَكُّسُ مِرْآةٍ ضَوْءٍ مُصْبَّاحٍ عَلَى تَذْرِيجٍ ، وَتُكْبِرُ الدَّيْدَبَةَ الَّتِي يُمَكِّنُ قَرَاءَتَهَا عَلَى هَيْئَةِ نُقْطٍ وَشُرْطٍ .

كَبَلٌ غَايِرٌ لِلْأَطْلَنْطِيِّ

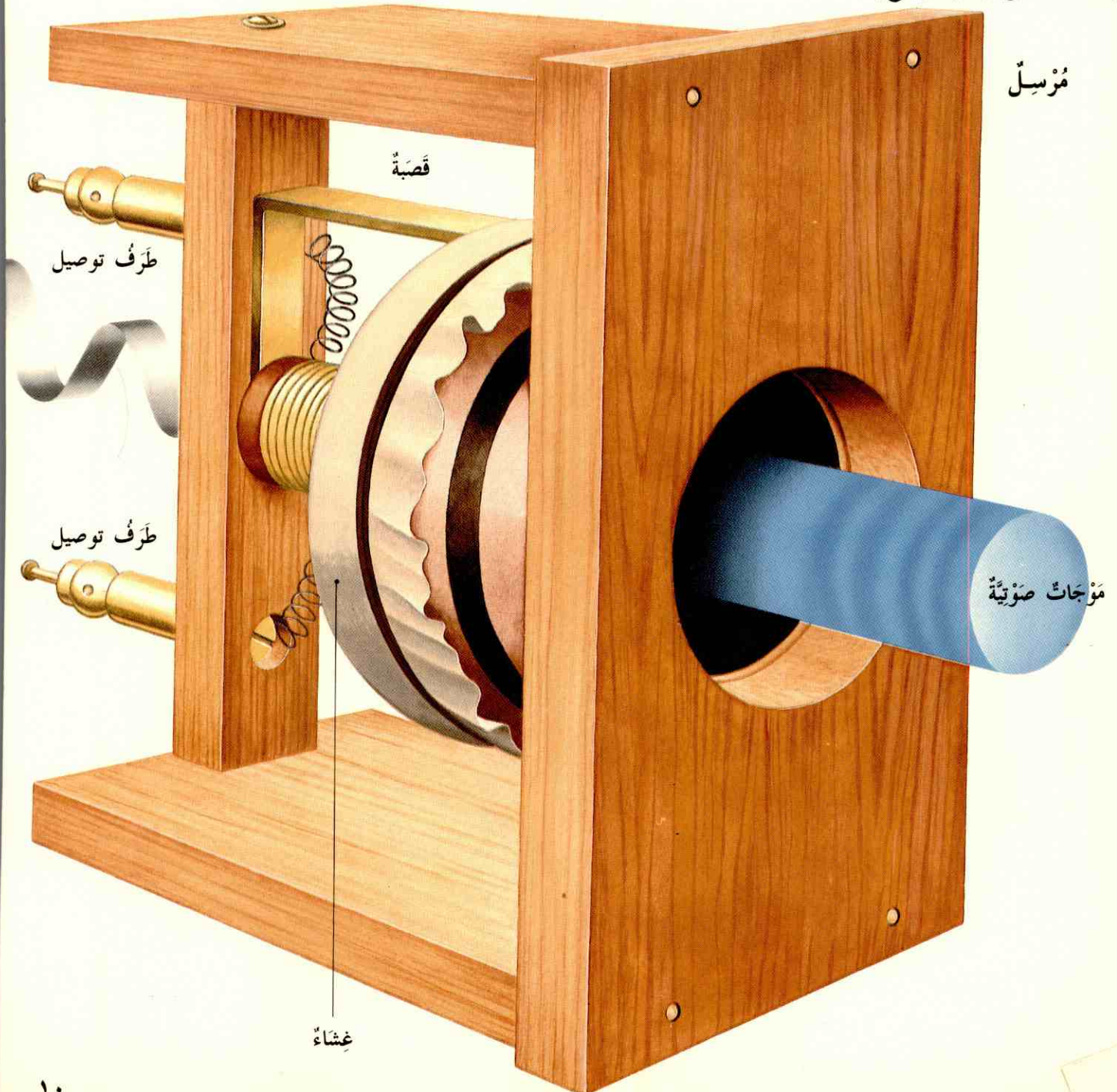
بَعْدَ فَشَلِ أَوَّلِ كَبَلٍ غَايِرٍ لِلْأَطْلَنْطِيِّ ، تَمَّ إِكْمَالُ كَبَلٍ يَصِلُ أَيْرْلَنْدَا وَنِيُوفُونْدَلَانْدَ عَامَ ١٨٦٦ بِمُسَاعَدَةِ مَالِيَّةٍ مِنَ الْأَمْرِيكِيِّ سِيرُوسِ وَ. فِيلِدَ ، وَبِالتَّقْنِيَّةِ الْإِبْدَاعِيَّةِ لِلْعَالِمِ الْإِنْجِلِيزِيِّ وَيْلِيَامِ تُوْمَسُونِ ، الَّذِي سُمِّيَ فِيْمَا بَعْدَ بِاللُّورْدِ كِيلْفِنِ .



كَيْفَ كَانَ تَلِيفُون بِلْ يَعْمَلُ؟

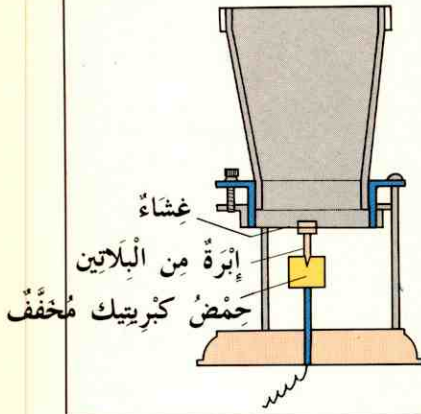
وَجَدَ الْكُسْنَدَرُ جِرَاهَام بِلْ - فِي تَجْرِبَةٍ لِتَحْدِيدِ امْكَانِ اِرْسَالِ اِشَارَاتٍ عَدِيدَةٍ مُخْتَلِفَةٍ عَبْرَ نَفْسِ سِلْكِ التَّلْغَرافِ - اَنَّ الْقَصَبَاتِ الرَّفِيعَةَ الْمُتَذَبْذِبَةَ الْمُتَّصِلَةَ بِكُلِّ مِنْ نِهَائَتَيْ السِّلْكِ قَدْ اُصْدَرَتْ صَوْتًا . ثُمَّ وَضَعَ بِلْ قَصَبَةً مَعْدِنِيَّةً وَغِشَاءً اَمَامَ مَغْنَاطِسِ كَهْرَبِيٍّ فِي كُلِّ مِنْ جِهَازِي اِلِرْسَالِ وَالاسْتِقْبَالِ الْمُتَمَازِلَيْنِ تَقْرِيًّا . وَبِمُجَرَّدِ مُرُورِ تِيَارِ كَهْرَبِيٍّ فِي السِّلْكِ الْمُوصَّلِ بَيْنَ الْجِهَازَيْنِ ، اُصْدَرَ الْمُسْتَقْبَلُ صَوْتُ شَخْصٍ كَانَ يَتَكَلَّمُ فِي جِهَازِ اِلِرْسَالِ . وَكَانَ صُدُورُ صَوْتِ الْاِنْسَانِ فِي جِهَازِ الْاسْتِقْبَالِ شَيْئًا مُرَوِّعًا وَيَبْدُو كَاَنَّهُ سِحْرٌ بِالنِّسْبَةِ لِلْمُسْتَمْعِينَ عَامَ ١٨٧٦ . وَلَكِنَّ التَّلِيفُونَاتِ الْيَوْمَ اَصْبَحَتْ اَدَوَاتِ يَوْمِيَّةً تُتَبَحُّ الْاِتِّصَالُ عَلَى نِطَاقٍ وَّاسِعٍ .

تَلِيفُون بِلْ
لَمْ يَعْمَلْ تَلِيفُونُ بِلْ الْاَوَّلِيُّ - وَهُوَ نَمُوذَجُ الْعُقَافَةِ - بِالْكَفَافَةِ الْكَافِيَةِ لِاِصْدَارِ الْاَصْوَاتِ الْاَدَمِيَّةِ الْمُنْقُولَةِ وَلَكِنَّهُ كَانَ يَحْوِي جَمِيعَ الْاَجْزَاءِ الْلاَزِمَةِ لِلتَّشْغِيلِ . وَاَدَّتِ الْمَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ اِلَى تَذَبْذُبِ غِشَاءِ الْمُرْسِلِ مُحَرِّكًا قَصَبَةً فَوْقَ مَغْنَاطِسِ كَهْرَبِيٍّ مِمَّا اَدَّى اِلَى حُدُوثِ اضْطِرَابَاتٍ فِي التِّيَارِ الْكَهْرَبِيِّ . وَعِنْدَمَا وَصَلَتْ هَذِهِ الْاضْطِرَابَاتُ اِلَى الْمُسْتَقْبَلِ ، جَعَلَتْ الْغِشَاءَ يَهْتَزُّ ، فَيُعِيدُ اِصْدَارَ الصَّوْتِ .



مُرْسِل سَائِل

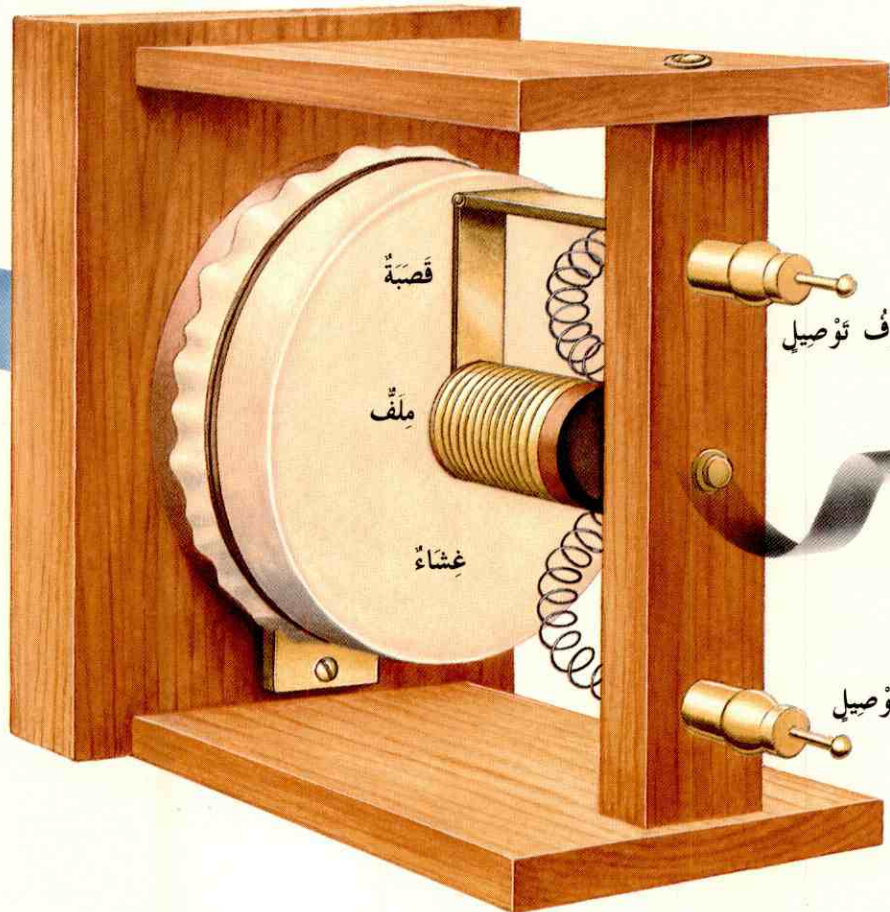
اِسْتَحْدَمَ اَوَّلَ جِهَازٍ تِلِفُونٍ يَعْمَلُ
لِـ « بِل » اِبْرَةً مُتَّصِلَةً بِالْغِشَاءِ
وَعَاطِسَةً فِي مَاءٍ حَمِضِيٍّ . وَعِنْدَمَا
تَحْرَكَتِ الْاِبْرَةُ تَبْعًا لِشِدَّةِ الْاِشَارَاتِ
الصَّوْتِيَّةِ ، نَتَجَّ عَنْ اهْتِزَازِهَا تَغْيِيرَاتٌ
فِي الْمَقَاوِمَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ لِلْسَّائِلِ
الْمَلَامِسِ لِاِبْرَةٍ ، فَتَوَلَّدَتْ
تَمَوُّجَاتٌ فِي التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ .



تَجْرِبَةُ تِلِفُونِ الْعُقَافَةِ لِبِل

مُسْتَقْبِل

مَوَّجَاتٌ صَوْتِيَّةٌ مُعَادٌ اِصْدَارُهَا



تَيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ

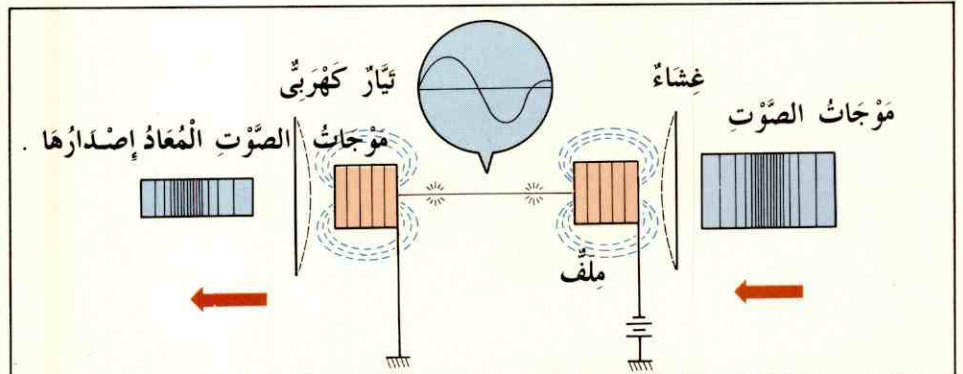
طَرَفٌ تَوْصِيلٌ

مَبْدَأُ التَّشْغِيلِ

يُوضَّحُ هَذَا الرَّسْمُ كَيْفَ أَنَّ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ يُولِّدُ فَيْضًا كَهْرُومَغْنَطِيْسِيًّا فِي
الْمِلْفِ . وَيَتَغَيَّرُ التَّيَّارُ التَّأْثِيرِيُّ تَبْعًا لِحَرَكَةِ الْغِشَاءِ النَّاتِجَةِ عَنْ مَوَّجَاتِ الصَّوْتِ فِي الْمُرْسِلِ .
وَيُعِيدُ غِشَاءُ الْمُسْتَقْبِلِ اِحْدَاثَ هَذِهِ الدَّلْبَذَاتِ لِيُعِيدَ اِصْدَارَ الصَّوْتِ .



اَلْاِكْسَنْدَرُ جَرَاهَامُ بِل (١٨٤٧ —
١٩٢٢) . قَامَ بِلُ الْاِسْكُتْلَنْدِيُّ الْمَوْلِدُ
بِتَسْجِيلِ بَرَاءَةِ اِخْتِرَاعِهِ فِي اَمْرِيكََا عَامَ
١٨٧٦ . وَاجْرَى بِلُ اَيْضًا بُحُوْثًا عَنْ
النُّطْقِ لِعِلَاجِ الصُّمِّ ، وَتَجَارِبَ لِاِجْهَازَةِ
صَوْتِيَّةٍ اُخْرَى .



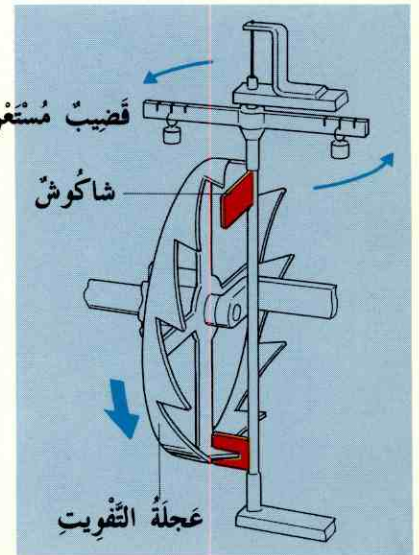
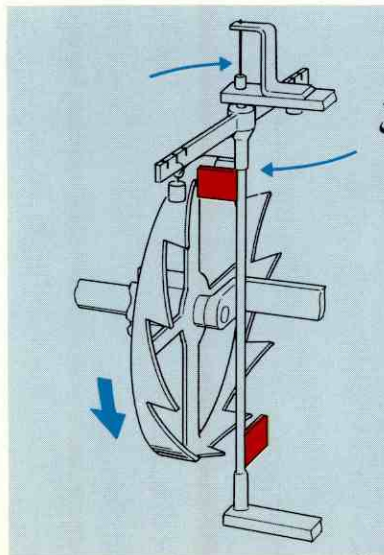
كَيْفَ تُحَافِظُ السَّاعَاتُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ عَلَى الْوَقْتِ؟

ساعة هنري دي فيك

كَانَ النَّاسُ قَلِيلِي الْوَعْيِ بِالْوَقْتِ لِعَظَمِ فتراتِ التَّارِيخِ الْإِنْسَانِي . وَرَغْمَ وُجُودِ السَّاعَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَالسَّاعَةِ الرَّمْلِيَّةِ فِي الْحَضَارَاتِ الْقَدِيمَةِ ، إِلَّا أَنَّ النَّاسَ كَانَتْ تَسْتَمِدُّ مَعْرِفَتَهَا بِالْوَقْتِ مِنْ شُرُوقِ وَغُرُوبِ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ وَالنُّجُومِ . وَمَعَ حُلُولِ الْقُرْنِ ١٤ أَسْفَرَ التَّقْدُّمُ التَّقْنِي عَنْ اخْتِرَاعِ السَّاعَاتِ الْأُولَى الْمِيكَانِيكِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَدُقُّ مِنْ أَتْرَاجِ الْكُنَائِسِ أَوْ أَعْلَى الْمَبَانِي الْعَامَّةِ لِتَدْعُو النَّاسَ لِلصَّلَاةِ . وَكَانَ قَلْبُ السَّاعَةِ هُوَ مِحْوَرُ دَوْرَانٍ سَقَاطَةِ تَجْعَلُ الثَّقَلَ يَدُورُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ . وَتَكُونُ آليَاتُهَا مِنْ قَضِيبٍ مُسْتَعْرِضٍ فَوْقَ مِحْوَرِ دَوْرَانٍ عَلَيْهِ أَوْزَانٌ عَلَى كُلِّ مِنْ جَانِبَيْهِ . وَيَتَحَرَّكُ الْقَضِيبُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ فَيُديرُ الْمِحْوَرَ ، وَتُعْشِقُ السَّقَاطَاتُ الَّتِي عَلَى مِحْوَرِ الدَّوْرَانِ فِي أُسْنَانِ ثُرُوسٍ عَجَلَةِ التَّفْوِيَتِ . وَيُؤَدِّي هَذَا إِلَى دَوْرَانِ الثَّقَلِ لِمَسَافَةٍ مُمَازِلَةٍ بَيْنَمَا تَدُورُ عَقَارِبُ السَّاعَةِ بِنَفْسِ مُعَدَّلِ السَّقَاطَةِ . وَبِفَضْلِ دِقَّةِ قِيَاسِ الْوَقْتِ تَكُونُ مُجْتَمَعٌ أَكْثَرُ تِمَاسُكًا وَتَطَوَّرَتِ الْحُكُومَاتُ وَالْمُنْشَأَتُ التَّجَارِيَّةُ الْحَدِيثَةُ .

آليَّةُ مِحْوَرِ عَجَلَةِ التَّفْوِيَتِ

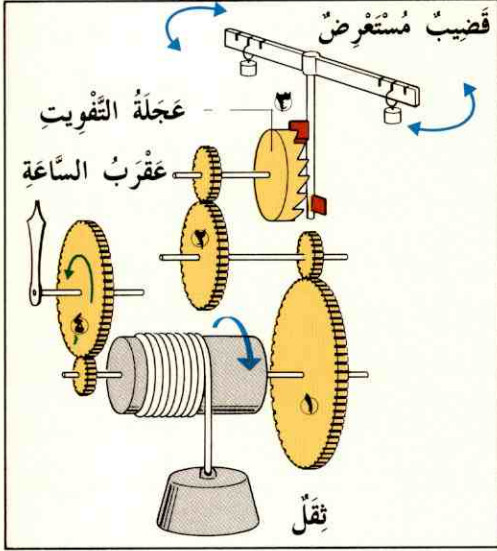
عِنْدَمَا تُحَرِّكُ الْأَثْقَالُ الْقَضِيبَ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ ، فَإِنَّ الشَّاكُوشَ عَلَى الْجَانِبَيْنِ الْمُتَقَابِلَيْنِ مِنْ مِحْوَرِ الدَّوْرَانِ سَوْفَ يُعْشِقُ فِي أُسْنَانِ عَجَلَةِ التَّفْوِيَتِ ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى تَوَقُّفِ دَوْرَانِ الْعَجَلَةِ . وَعِنْدَمَا يَعْكِسُ الْقَضِيبُ اتِّجَاهَ حَرَكَتِهِ ، يَتَحَرَّرُ الشَّاكُوشُ مِنَ الْأُسْنَانِ ، وَتُواصلُ الْعَجَلَةُ دَوْرَانَهَا حَتَّى يَتِمَّ التَّعْشِيقُ فِي الْأُسْنَانِ الثَّالِيَةِ . وَتُحَافِظُ الْأَثْقَالُ الْمُتَدَلِّبَةُ عَلَى اسْتِمْرَارِ دَوْرَانِ الْعَجَلَةِ بِمُعَدَّلٍ ثَابِتٍ .



فِي عَامِ ١٣٧٠ طَلَبَ مَلِكُ قَرْنَسَا تَشَارِلِرُ الْخَامِسُ مِنْ هِنْرِي دِي فَيْكٍ أَنْ يَبْنِيَ سَاعَةً ارْتِفَاعُهَا ١٠ أَقْدَامٍ . وَمَازَالَتْ هَذِهِ السَّاعَةُ تُزَيِّنُ حَائِطَ الْمَحْكَمَةِ الْعُلْيَا فِي بَارِيسَ . وَقَدْ اسْتَعْرَقَ بِنَاؤُهَا ٨ أَغْوَامٍ .

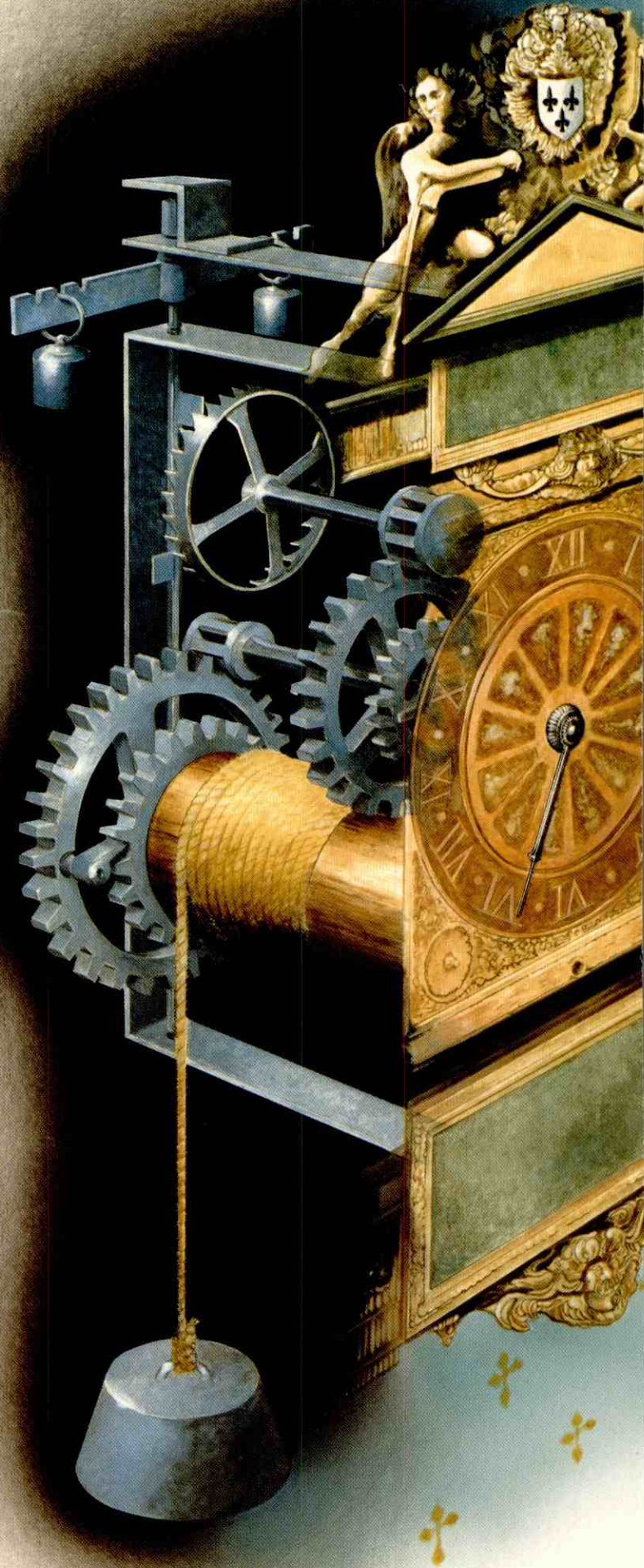
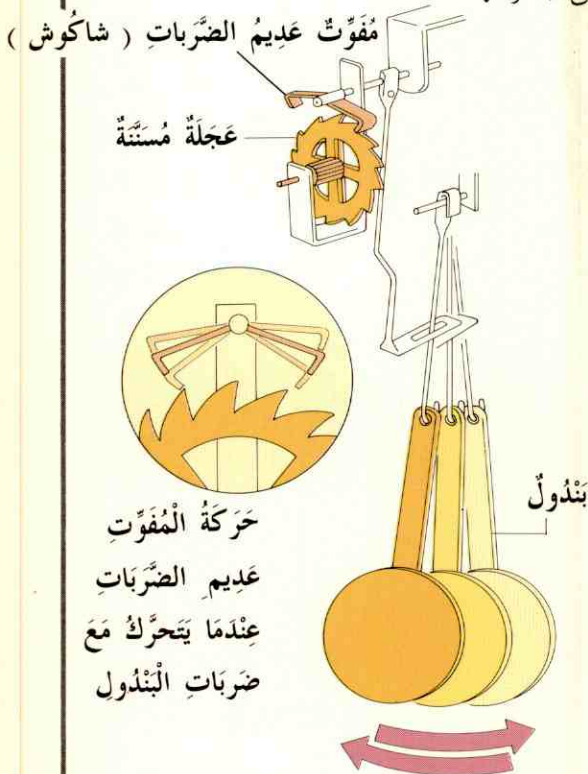
نقل الحركة

أثناء سقوط الثقل يدور الترس (١) وينقل الحركة إلى الترس (٢) الذي يحرك عجلة التفويت (٣). وتتحرك عجلة التفويت في حركة الترس (١). وعندما يصل دوران الترس (١) إلى الترس (٤) فإن عقرب الساعة يدور. وكان عامل الساعة يعيد لف حبل الثقل كل يوم.



الساعة البندولية

في عام ١٦٥٦ صمم الفلكي الهولندي كريستيان هيجنز الساعة البندولية تطبيقاً للنظرية التي تنص على أن البندول يتذبذب بمعدل ثابت مهما كانت المسافة التي يتحركها.



مَا هِيَ آلَةُ الْحَصَادَةِ الدَّرَاسَةِ؟

الْحُبُوبُ ، ثُمَّ دَرَسَهَا لِفَصْلِ الْحُبُوبِ عَنِ الْقَشِّ وَالْعَصْفِ ، ثُمَّ تَنْظِيفِ الْحُبُوبِ وَتَفْرِيفِهَا دَاخِلَ أَكْيَاسٍ أَوْ عَلَى شَكْلِ حُزْمٍ . ثُمَّ حَلَّ الْجَرَّارُ الْبُخَارِيُّ مَحَلَّ الْخُيُولِ وَالْبِغَالِ وَلَكِنَّ هَذِهِ الْأَلَاتِ كَانَتْ ثَقِيلَةً وَبَاطِنَةً . وَبِخُلُولِ الْقَرْنِ ٢٠ اسْتُعْمِلَتْ جَرَّارَاتُ تَعْمَلُ بِالْبَنْزِينِ ثُمَّ أَخِيرًا الْأَلَاتُ الْحَصَادَةُ الدَّرَاسَةُ ذَاتِيَّةُ الدَّفْعِ الَّتِي وَصَلَتْ بِمَعْدَلِ الْحَصَادِ إِلَى ١٠ أَفْدَنَةٍ فِي السَّاعَةِ فِي أَوَائِلِ التَّسْعِينِيَّاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعَشْرِينَ . وَقَدْ أَدَّى انْتِشَارُ الْأَلَاتِ الزَّرَاعِيَّةِ إِلَى تَطْوِيرِ الْعَالَمِ الَّذِي نَعِيشُ فِيهِ ، فَقَدْ أَصْبَحَ مُمَكِّنًا أَنْ يَقُومَ عَدَدٌ قَلِيلٌ مِنَ الْعُمَالِ الزَّرَاعِيِّينَ بِإِنْتِاجِ الْغِذَاءِ الْكَافِي لِإِطْعَامِ تَعْدَادٍ كَبِيرٍ مِنْ سُكَّانِ الْمَدْنِ .

فِي الْقَرْنِ ١٩ ، كَانَ كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ فِي أُورُوبَا يَعِيشُونَ عَلَى مَزَارِعٍ صَغِيرَةٍ يَشْتَغِلُونَ فِيهَا بِأَيْدِيهِمْ . وَلَكِنْ فِي أَمْرِيكَ ، كَانَتْ هُنَاكَ مِسَاحَاتٌ شَاسِعَةٌ مِنَ الْأَرْضِ الْقَابِلَةِ لِلزَّرَاعَةِ وَالَّتِي يَقْطُنُهَا عَدَدٌ قَلِيلٌ مِنَ النَّاسِ . وَكَانَ حَلُّ هَذِهِ الْمَشْكِلَةِ هُوَ الزَّرَاعَةُ الْآلِيَّةُ . وَكَانَتْ آلَةُ الْحَصَادِ الَّتِي تَجْرُهَا الْخُيُولُ أَوْ الْبِغَالُ تُؤَدِّي عَمَلَ عِدَّةِ رِجَالٍ . وَمَعَ تَقَدُّمِ الْآلَةِ ، أَصْبَحَتْ الْمُعَدَّاتُ الزَّرَاعِيَّةُ قَادِرَةً عَلَى أَدَاءِ أَعْمَالٍ إِضَافِيَّةٍ . وَفِي عَامِ ١٨٧٥ ثُمَّ اسْتُخْدِثَتْ أَوَّلُ آلَةٍ حَاصِدَةٍ دَارِسَةٍ يَجْرُهَا عَدَدٌ مِنَ الْخُيُولِ . وَكَانَتْ الْآلَةُ الْحَصَادَةُ الدَّرَاسَةُ تَقُومُ بِحَصْدِ

١ . آلَةُ حَصَادَةٍ دَرَّاسَةٍ (عَامِ ١٨٨٠) يَجْرُهَا حَوَالِي ٢٤ حِصَانًا . وَكَانَتْ الْأَلَاتُ الْأُولَى تَحْصُدُ وَتَدْرُسُ حَوَالِي ٤/٣ فَدَّانٍ مِنَ الْقَمْحِ فِي سَاعَةٍ .

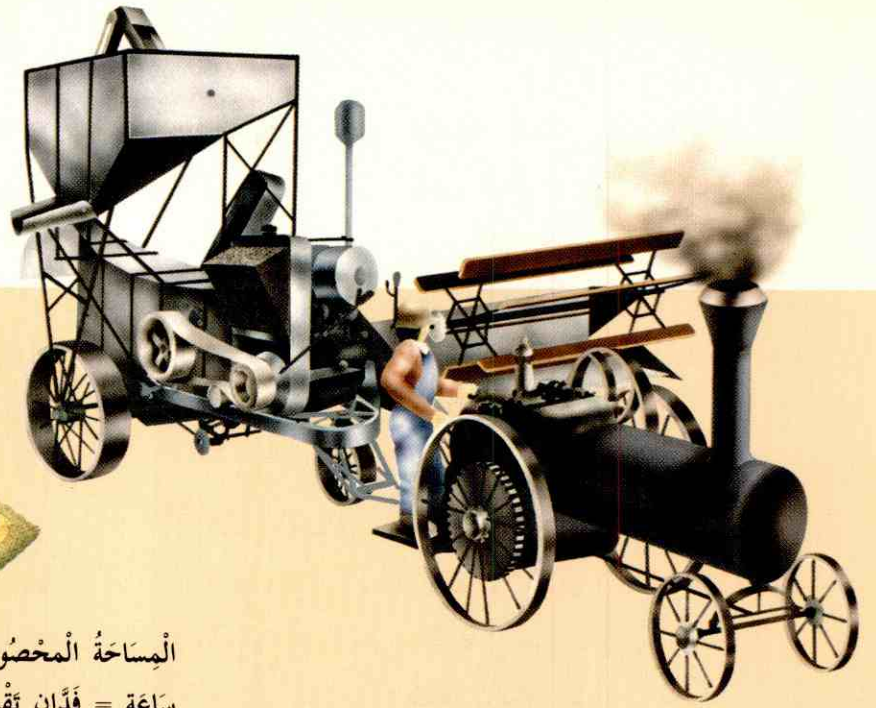


مِسَاحَةٍ ثُمَّ حَصَادَهَا فِي سَاعَةٍ وَتَبْلُغُ حَوَالِي ٤/٣ فَدَّانٍ .

٣ . آلَةُ حَصَادَةٍ دَرَّاسَةٍ يَجْرُهَا يَعْمَلُ بِالْبَنْزِينِ (عَامِ ١٩٣٠) . أَدَّى اسْتِخْدَامُ مُحَرِّكَاتِ الْبَنْزِينِ إِلَى زِيَادَةِ الْقُدْرَةِ بِحَوَالِي ١٠٠٪ عَنْ الْجَرَّارَاتِ الْعَامِلَةِ بِالْبُخَارِ ، الْأَكْبَرِ حَجْمًا وَالْأَقْلَ قُدْرَةً عَلَى الْمُنَاوَرَةِ . فَيُمْكِنُ لَجَرَّارٍ بِالْبَنْزِينِ أَنْ يَحْصُدَ فَدَّائَيْنِ مِنَ الْقَمْحِ فِي حَوَالِي سَاعَةٍ . وَفِي هَذَا التَّوَعُّدِ مِنَ الْأَلَاتِ ، يَتِمُّ قَطْعُ سِيْقَانِ النَّبَاتِ بِقَضِيْبٍ قَاطِعٍ ، ثُمَّ تُجَرَّفُ لِأَعْلَى بِاسْتِخْدَامِ بَرِيْمَةٍ لِتُحْمَلَ عَلَى جِزَامٍ نَاقِلٍ إِلَى آلَةِ الدَّرْسِ . وَفِيهَا تُحْجَزُ الْحُبُوبُ حَتَّى لَا تَسْفُطَ ، ثُمَّ تُفْصَلُ عَنِ الْقَشِّ وَالْعَصْفِ بِاسْتِخْدَامِهَا مِنْ خِلَالِ مُنْخَلٍ أَثْنَاءَ دَوْرَانِ مِرْوَحَةٍ تَدْفَعُ الْعَصْفَ بَعِيدًا . وَتُجْمَعُ الْحُبُوبُ الَّتِي تَمَّ دَرَسُهَا بِوَاسِطَةِ بَرِيْمَةٍ حُبُوبٍ ، أَمَّا الْحُبُوبُ الَّتِي لَمْ يَتِمَّ دَرَسُهَا فَتَيْتَمُّ جَمْعُهَا لِتُعَادَ إِلَى آلَةِ الدَّرْسِ . وَيُجْمَعُ الْقَشُّ خَارِجَ الْآلَةِ وَيُنْقَلُ إِلَى صُنْدُوقِ الْقَشِّ .



٢ . آلة حَصَادَة دَرَّاسَة بُخَّارِيَّة
(١٩١٠) . أُسْتُخْدِمَتْ
الْجَرَّارَاتُ الْبُخَّارِيَّةُ فِي بَدَايَةِ الْقَرْنِ
٢٠ لَجَرِّ الْأَلَاتِ الْحَصَادَةِ
الدَّرَّاسَةِ . وَكَانَ يَتِمُّ تَشْغِيلُهَا
بِالْفَحْمِ عَادَةً ، وَلَكِنَّهَا كَانَتْ
تَحْرِقُ أحيانًا قَشَّ الْقَمْحِ . وَيُمْكِنُ
لِهَذِهِ الْآلَةِ حَصْدُ وَدَرْسُ فَدَّانٍ مِنْ
الْحُبُوبِ فِي سَاعَةٍ .



الْمِسَاحَةُ الْمَحْصُودَةُ فِي
سَاعَةٍ = فَدَّانٍ تَقْرِيْبًا .



أَجْزَاءُ آلَةِ حَصَادَةِ دَرَّاسَةٍ .

- ١ - أَدَاةُ الْإِلْتِقَاطِ
- ٢ - الْقَضِيبُ الْقَاطِعُ
- ٣ - الْحِزَامُ النَّاقِلُ
- ٤ - الْعَجَلَةُ الْقَاطِعَةُ
- ٥ - أَسْطُوَانَةُ الدَّرْسِ
- ٦ - مُنْخَلٌ مُقَعَّرٌ
- ٧ - مَرَوْحَةٌ
- ٨ - مُنْخَلُ الْعَصْفِ
- ٩ - بَرِيْمَةُ الْحُبُوبِ
- ١٠ - حَزَانُ الْحُبُوبِ
- ١١ - نَاقِلَاتُ الْقَشِّ
- ١٢ - بَرِيْمَةُ التَّفَايَاتِ

الْمِسَاحَةُ الْمَحْصُودَةُ
فِي سَاعَةٍ = فَدَّانَانِ تَقْرِيْبًا .

كَيْفَ كَانَتْ تَعْمَلُ أَوَّلُ آلَةٍ تَصَوِّرُ؟

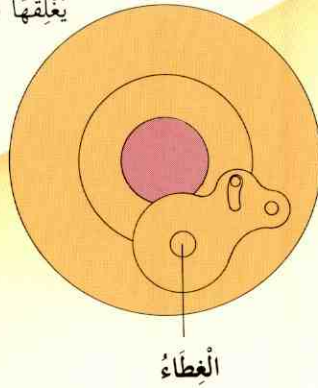


صورة بدائية بطريقة داجير .

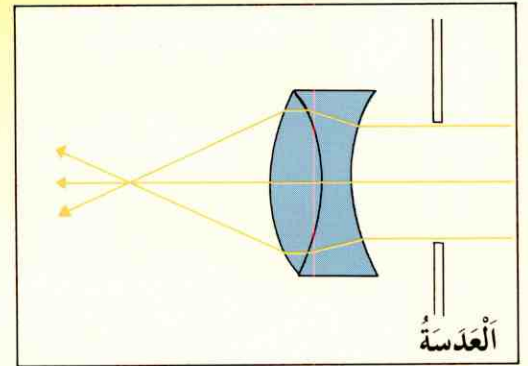
كَانَتْ آلَةُ تَصْوِيرِ الْغُرْفَةِ الْمُظْلَمَةِ هِيَ سَلَفُ الْقَرْنِ ١٦ لِآلَةِ التَّصْوِيرِ الْحَدِيثَةِ . وَهَذَا الْإِخْتِرَاعُ كَانَ يَعْمَلُ بِإِسْقَاطِ صُورَةٍ فِي دَاخِلِ غُرْفَةٍ مُظْلَمَةٍ مِنْ خِلَالِ ثَقَبٍ صَغِيرٍ ، فَتُظْهِرُ الصُّورَةُ مَقْلُوبَةً عَلَى الْحَائِطِ الْمُقَابِلِ لِلثَّقَبِ . وَأَصْبَحَتْ هَذِهِ الْآلَةُ فِيمَا بَعْدُ صُنْدُوقًا بِهِ عَدَسَاتٌ تُسْقِطُ صُورَةً مَقْلُوبَةً عَلَى الْجِدَارِ الْبَعِيدِ لِلصُّنْدُوقِ . وَفِي الْقَرْنِ ١٩ نَجَحَ الطَّبَّاعُ الْحَجَرِيُّ الْفَرَنْسِيُّ جُوزِيفُ نَيْسَابُورُ نَيْسَ فِي الْإِخْتِفَازِ بِالصُّورَةِ بِصِفَةِ دَائِمَةٍ وَذَلِكَ بِطَلَاءِ الْحَائِطِ بِأَسْفَلَتٍ حَسَّاسٍ لِلضَّوءِ . وَاعْتَمَدَ زَمِيلُهُ لُويسُ دَاجِرٍ عَلَى هَذِهِ النَّتَائِجِ ، فَقَامَ بِطَلَاءِ لَوْحٍ مِنَ الْفِضَّةِ بِخَارِ الْيُودِ لَجَعْلِهِ حَسَّاسًا ، ثُمَّ عَرَّضَهُ لِلضَّوءِ ، وَتُظْهِرُ الصُّورَةُ النَّاتِجَةُ بِاسْتِخْدَامِ بُخَارِ الزُّئْبُقِ . وَأَجْرَى دَاجِرُ وَنَيْسَ تَجَارِبَ أَوَّلِيَّةً عَلَى الصُّورِ الْمُلَوَّنَةِ وَلَكِنَّ النَّتَائِجَ النَّهَائِيَّةَ كَانَتْ غَيْرَ مُشْجِعَةٍ . وَأَصْبَحَتْ طَرِيقَةُ دَاجِرِ لِلتَّصْوِيرِ شَائِعَةً فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ ، وَأَدَّتْ إِلَى ظُهُورِ التَّصْوِيرِ الْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ الْحَدِيثِ .

فُتْحَةُ الْعَدْسَةِ (حَدَقَةٌ)

تُظْهِرُ أَسْفَلَ حَدَقَةِ الْعَدْسَةِ وَهِيَ مَفْتُوحَةٌ . وَكَانَ عَلَى الْمُصَوِّرِ لِكْنِي يُغْلِقُهَا أَنْ يَرْفَعَ دُبُوسًا وَيُحَرِّكُ الْغِطَاءَ .



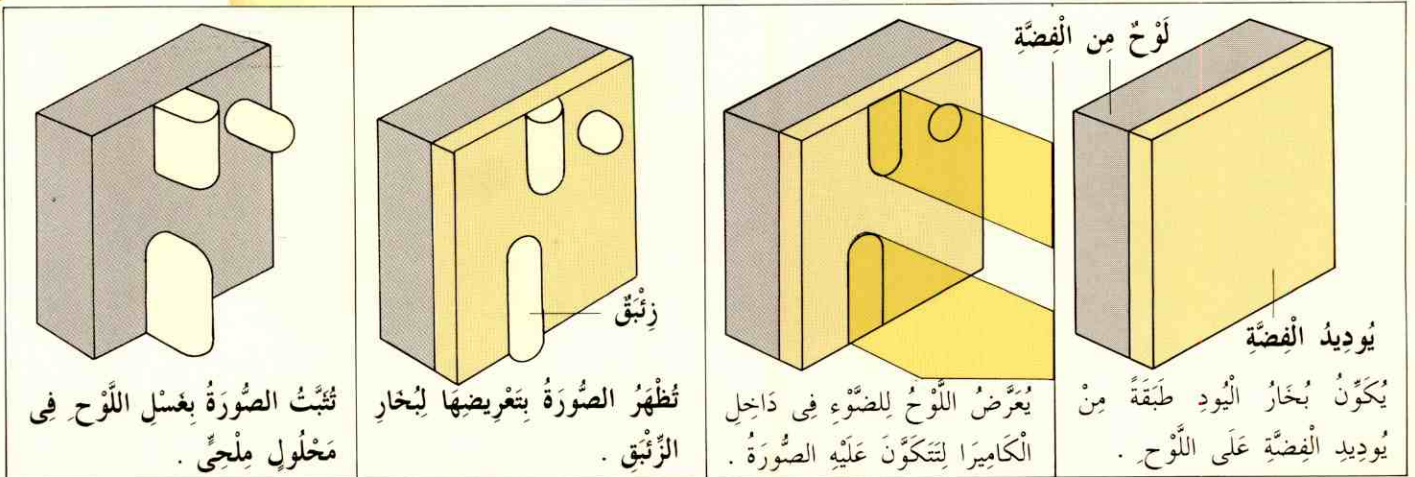
الْغِطَاءُ



الْعَدْسَةُ

كَانَتْ آلَاتُ التَّصْوِيرِ الدَّاجِرِيَّةُ الْبَدَائِيَّةُ تُسْتَحْدَمُ عَدْسَةً تَجْمَعُ بَيْنَ الْمَقْعَرَةِ وَالْمُحَدِّثَةِ ، وَقَدْ صَنَعَهَا صَانِعُ التَّظَارَاتِ الطَّبِيبِيُّ الْفَرَنْسِيُّ س . ل . شِيْفَالِييه .

عَمَلِيَّةُ التَّصْوِيرِ الدَّاجِرِيَّةُ



تُنَبِّثُ الصُّورَةَ بِغَسْلِ اللَّوْحِ فِي مَحْلُولٍ مِلْحِيٍّ .

تُظْهِرُ الصُّورَةَ بِتَغْرِيزِهَا لِبُخَارِ الزُّئْبُقِ .

يُعَرَّضُ اللَّوْحُ لِلضَّوءِ فِي دَاخِلِ الْكَامِيرَا لِتَتَكَوَّنَ عَلَيْهِ الصُّورَةُ .

يُكُونُ بُخَارُ الْيُودِ طَبَقَةً مِنْ يُودِيدِ الْفِضَّةِ عَلَى اللَّوْحِ .

آلة التصوير الداجيرية

عُرِضَتْ عام ١٨٣٩ ، وَكَانَتْ أبعادُهَا
 $١٥ \times ١٢ \times ٢٠$ بُوَصَّةً مِنْ صُنْدُوقَيْنِ
 خَشَبِيَّيْنِ يَنْزِلُ أَحَدُهُمَا دَاخِلَ الْآخَرِ .
 وَتُضَبِّطُ بُورَةُ الصُّورَةِ بِعَدْسَةٍ عَلَى
 الصُّنْدُوقِ الْخَارِجِيِّ .



كَانَ لُويس دَاجِر
 (١٧٨٩ - ١٨٥١)
 فَنَّا . وَبَعْدَ اخْتِرَاعِهِ آلةَ
 التَّصْوِيرِ الدَّاجِيرِيَّةِ عام
 ١٨٣٩ ، بَاعَ حُقُوقَ
 اخْتِرَاعِهِ لِلْحُكُومَةِ
 الْفَرَنْسِيَّةِ مُقَابِلَ مَعَاشٍ
 مَدَى الْحَيَاةِ .



مَنْ اخْتَرَعَ آلَةَ التَّصْوِيرِ الضَّوئية؟

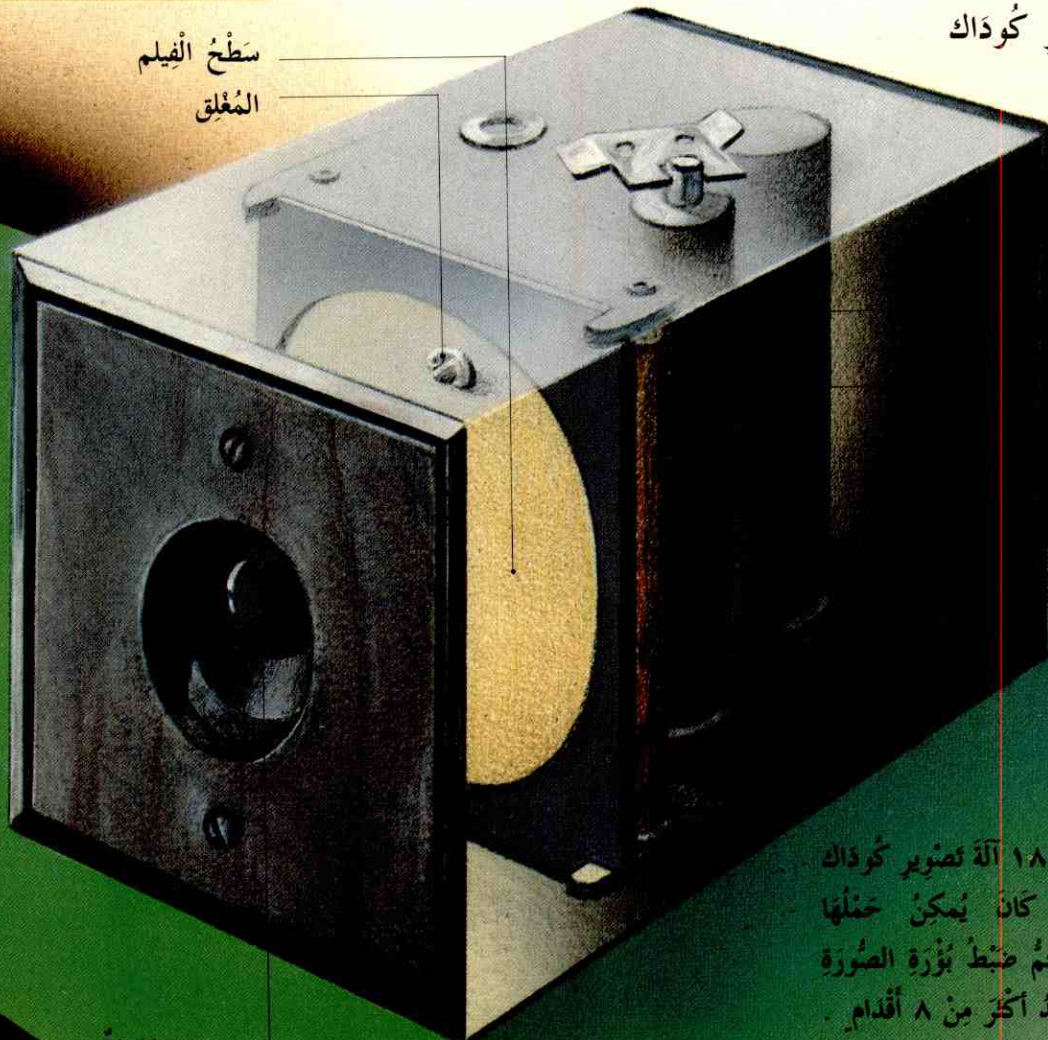
يَعُ هَوَايَةِ جَدِيدَةٍ

حَوْلَ إِسْتِمَانِ التَّصْوِيرِ إِلَى شَيْءٍ مُسَلٍّ .
وَقَدْ أَكَّدَتِ الْإِعْلَانَاتُ (مِثْلَ الَّذِي
أَسْفَلَ) لِلْعَامَّةِ أَنَّ التَّصْوِيرَ شَيْءٌ بَسِيطٌ
وَسَهْلٌ لِكُلِّ شَخْصٍ . وَكَانَ مُعْظَمُ
النَّاسِ تَقْرِيْبًا يَفْعَلُهُ .

كَانَتِ الطَّرِيقَةُ الدَّاجِرِيَّةُ فِي التَّصْوِيرِ صَعْبَةً وَغَيْرَ مُرِيحَةٍ . فَقَدْ كَانَ مِنَ الضَّرُورِيِّ
تَثْبِيتِ آلَةِ التَّصْوِيرِ عَلَى حَامِلٍ ثَلَاثِي الْقَوَائِمِ لِيَتَعَرَّضَ اللَّوْحُ الْمُبَلَّلُ لِلضَّوئِ لِفَتْرَةٍ
كَافِيَةٍ . وَكَانَتْ آلَاتُ التَّصْوِيرِ ثَقِيلَةً وَيَصْعُبُ حَمْلُهَا . وَظَهَرَ فِي عَامِ ١٨٧٠
التَّصْوِيرُ بِاللَّوْحِ الْجَائِفِ ، وَلَكِنَّ التَّصْوِيرَ لَمْ يَصِبْ عَمَلِيًّا وَمُسَلِّيًّا وَوَاسِعَ الْإِتِّشَارِ
إِلَّا بِفَضْلِ الْهَائِي الْأَمْرِيكِيِّ جُورْجِ إِسْتِمَانِ . وَقَدْ اسْتَحْدَثَ إِسْتِمَانُ صُنْدُوقَ
كُودَاكِ لِلتَّصْوِيرِ عَامَ ١٨٨٨ . وَبَدَلًا مِنْ اسْتِخْدَامِ اللَّوْحِ الْمُبَلَّلِ أَوْ الْجَائِفِ ،
اسْتَحْدَمَتْ هَذِهِ الْآلَةُ لَفَةً مِنْ فِيلْمٍ يَتَسَعُ لِمِائَةِ صُورَةٍ شَرِيطِيَّةٍ . وَكَانَ الْفِيلْمُ فِي
بَادِي الْأَمْرِ مَصْنُوعًا مِنْ وَرَقٍ حَسَّاسٍ لِلضَّوئِ ثُمَّ اسْتَبْدِلَ بَعْدَ ذَلِكَ بِالسِّلُولويدِ
الشَّفَافِ الْمَطْلِيِّ . وَبَعْدَ أَنْ يَنْتَهِيَ تَعْرِيزُ الْفِيلْمِ كُلِّهِ لِلضَّوئِ ، كَانَ يَتِمُّ إِرسَالُ
آلَةِ التَّصْوِيرِ بِأَكْمِلِهَا إِلَى مَعَامِلِ إِسْتِمَانِ فِي رُوشِستِرِ بِنْيُورُوكَ حَيْثُ يُظْهِرُ الْفَنِّيُونَ
الصُّورَ ، وَيُعِيدُونَ آلَةَ التَّصْوِيرِ إِلَى الْعَمَلِ وَبَدَاخِلِهَا فِيلْمٌ جَدِيدٌ . وَبِهَذِهِ
الْإِجْرَاءَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ أُنْشِئَ إِسْتِمَانُ صِنَاعَةَ التَّصْوِيرِ الْفُوتُوغْرَافِيِّ . وَبِفَضْلِهِ أَصْبَحَ
التَّصْوِيرُ سَهْلًا ، وَكَانَ شِعَارُهُ فِي الدَّعَايَةِ « اصْغَطْ عَلَى الزَّرِّ ، وَنَحْنُ نَقُومُ
بِالْبَاقِي » .



آلَةُ تَصْوِيرِ كُودَاكِ



سَطْحُ الْفِيلْمِ
الْمُغْلَقِ

الْبَكَرَاتُ

عَدْسَةٌ

اسْتَحْدَثَ عَامَ ١٨٨٨ آلَةَ تَصْوِيرِ كُودَاكِ
الصَّنْدُوقِيَّةَ الَّتِي كَانَ يُمَكِّنُ حَمْلَهَا
بِالْيَدَيْنِ . وَكَانَ يَتِمُّ ضَبْطُ بُورَةِ الصُّورَةِ
لِلْأَجْسَامِ الَّتِي تَبْعُدُ أَكْثَرَ مِنْ ٨ أَقْدَامٍ .

التصوير في القرن ١٩

قَبْلَ اختِرَاعِ آلَةِ تَصْوِيرِ كُودَاك ،
كَانَ التَّصْوِيرُ مُعَقَّدًا وَيَتَطَلَّبُ الْكَثِيرَ
مِنَ الْمُعَدَّاتِ وَالْجَهْدِ . وَكَانَ
التَّحْوِيلُ خَارِجَ الْأُسْتُوذِيُو يَعْنِي عَرَبِيَّةً
لِحَمْلِ آلَةِ التَّصْوِيرِ ، وَقَوَائِمِهَا
الثَّلَاثِيَّةِ ، وَالْكِيمَاوِيَّاتِ اللَّازِمَةِ
لِلتَّحْمِيضِ ، وَخِيَمَةً لِاسْتِخْدَامِهَا
كَغُرْفَةٍ مُظْلِمَةٍ ، وَالْعَدِيدِ مِنَ اللُّوْازِمِ
الْإِضَافِيَّةِ . وَغَالِبًا كَانَ يَلْزَمُ
الْإِسْتِعَانَةَ بِمُسَاعِدٍ لِلْمُصَوِّرِ .

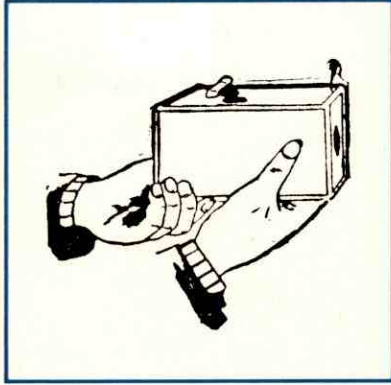


إِظْهَارُ لَفَّةِ الْفِيلْمِ كَانَ الْوَرَقُ هُوَ أُسَاسٌ أَوَّلَ لَفَّةِ فِيلْمِ كُودَاك . وَكَانَ
لَوْ أَنَّ الصُّورَ الْمَأْخُوذَةَ بِهِ يَمِيلُ إِلَى الْإِصْفَرَارِ .
وَسَرَّعَانَ مَا اسْتُبْدِلَ الْفِيلْمُ الْوَرَقِيُّ بِالسِّلُولُويدِ الْمَطْلِيِّ
بِالسَّيْلِيكَاتِ مَعَ طَبَقَةِ هُولَامِيَّةٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوْءِ .
وَبِذَلِكَ أَصْبَحَ لِلْفِيلْمِ صُورٌ سَالِبَةٌ دَائِمَةٌ يُمَكِّنُ
إِظْهَارَهَا بِسُهُولَةٍ . وَسَرَّعَانَ مَا أَدَّى الْفِيلْمُ الْمَلْفُوفُ
إِلَى تَطْوِيرِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ السِّينِمَائِيِّ .

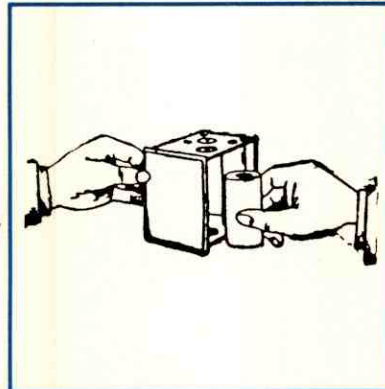
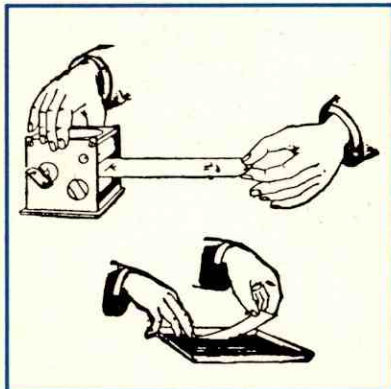


كَانَ جُورْجِ إِيسْتِمَان (١٨٥٤ -
١٩٣٢) مُوَطَّنًا فِي بَنَّاكُ نِيُورِك
هُوَ أَتَمَّ التَّصْوِيرِ . وَيَقْدُ أَنْ قَامَ بِجَوْلَةٍ
لِلتَّصْوِيرِ فِي سَنَ ٢٣ ، كَرَسَ نَفْسَهُ
لِإِبْحَادِ طَرِيقَةٍ أَسْهَلِ لِلتَّصْوِيرِ .

طَرِيقَةُ إِيسْتِمَانِ لِلتَّصْوِيرِ

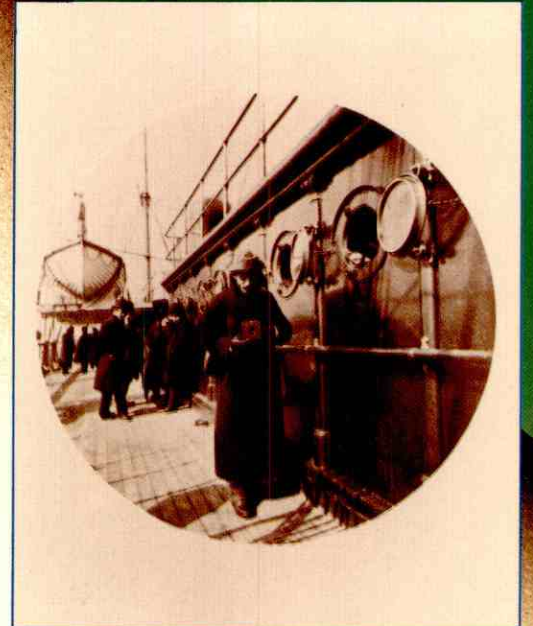


كَانَ التَّقَاطُ الصُّورَةِ يَتِمُّ بِسُرْعَةٍ .
فَيُوجَّهُ الْمُصَوِّرُ آلَتَهُ نَحْوَ الْهَدَفِ ثُمَّ
يَضَعُ عَلَى زَرٍّ .



يُرْسِلُ الْمُصَوِّرُ الْكَامِيرَا ، ١٠ دُولَارَاتٍ
إِلَى شَرِكَةِ إِيسْتِمَانِ لِلإِظْهَارِ .

يَقُومُ الْفَنِّيُونَ فِي الْمَعَامِلِ بِإِعَادَةِ مَلءِ
الْكَامِيرَا بِفِيلْمٍ جَدِيدٍ ، وَيُعِيدُونَ
الْكَامِيرَا وَالْفِيلْمَ الْمُحْمَضَ .



صُورَةُ الْمُخْتَرَعِ عَامَ ١٨٩٠ عَلَى ظَهْرِ
سَفِينَةٍ مَعَ آلَتِهِ لِلتَّصْوِيرِ .

مَا هُوَ الْكِينْتُوسْكُوبُ (الْفَانُوسُ السَّحَرِيُّ) ؟

عُرِفَتْ بِاسْمِ الْكِينْتُوجَرَفِ ، وَأَوَّلُ أَدَاةِ عَرْضِ الصُّورِ عَلَى الشَّاشَةِ الَّتِي سَمِّيَتْ الْكِينْتُوسْكُوبُ . وَكَانَ الْكِينْتُوسْكُوبُ يُسْتَحْدَمُ بِوَاسِطَةِ شَخْصٍ وَاحِدٍ ، حَيْثُ كَانَ مِصْبَاحَ كَهْرَبَائِي يُضِيءُ شَرِيطَ الْفِيلْمِ الَّذِي يَدُورُ تَحْتَ عَدْسَةٍ عَيْنِيَّةٍ لِلْمُشَاهَدَةِ . وَسَرْعَانِ مَاذَاعَ صِيَتْ رِذَاهَاتِ الْكِينْتُوسْكُوبِ فِي أَنْحَاءِ الْعَالَمِ ، وَتَدَافَعَ النَّاسُ لِشَاهِدُوا أَوَّلَ أَفْلَامٍ مُتَحَرِّكَةٍ . وَقَدْ كَانَ لِنَجَاحِ الْكِينْتُوسْكُوبِ الْفَضْلُ فِي تَطْوِيرِ نِظَامِ الْعَرْضِ السَّيْنِمَائِيِّ الَّذِي نَعْرِفُهُ الْيَوْمَ .



سَجَلُ إِدِيْسُونِ عَامَ ١٨٩٤ فِيلْمِ الْقُبْلَةِ ، وَهُوَ أَوَّلُ شَرِيطِ مُدَّتُهُ دَقِيقَةٌ وَاحِدَةٌ .

يَتَكَوَّنُ الْفِيلْمُ السَّيْنِمَائِيُّ مِنْ سِلْسِلَةٍ مِنَ الصُّورِ السَّائِكَةِ الَّتِي التَّقَطَّتْ فِي تَتَابُعٍ سَرِيعٍ . وَتَتَغَيَّرُ أَوْضَاعُ الْأَجْسَامِ فِي الصُّورِ تَغْيِيرًا طَفِيفًا جَدًّا مِنْ صُورَةٍ لِأُخْرَى الَّتِي تَلِيهَا . وَيُشَاهِدُ النَّاسُ الْأَفْلَامَ السَّيْنِمَائِيَّةَ كَأَنَّهَا دَائِمَةٌ الْحَرَكَةُ رَغْمَ أَنَّهَا تَتَابُعُ سِلْسِلَةٍ مِنَ الصُّورِ السَّائِكَةِ ، وَذَلِكَ لِأَنَّ هُنَاكَ حُدُودًا لِسُرْعَةِ اسْتِقْبَالِ الْمُخِّ لِلْمَعْلُومَاتِ الْوَارِدَةِ إِلَيْهِ مِنَ الْعَيْنِ . وَأَدَّى تَطَوُّرُ فِيلْمِ السَّيْلُولُوِيدِ الْمَلْفُوفِ عَامَ ١٨٨٨ إِلَى تَيْسِيرِ التَّقَاطُطِ الصُّورِ بِالسَّرْعَةِ الْكَافِيَةِ لِلِاسْتِفَادَةِ مِنْ هَذِهِ الظَّاهِرَةِ وَاجْتِرَاعِ مَا سَمِيَ بِالصُّورِ الْمُتَحَرِّكَةِ أَوْ الْفِيلْمِ السَّيْنِمَائِيِّ . وَقَدْ أُنْشِأَ ثَوْمَاسُ إِدِيْسُونُ أَوَّلَ آلَةٍ تُصَوِّرُ صُورَ مُتَحَرِّكَةٍ عَمَلِيَّةِ الْكِينْتُوجَرَفِ

إِبْتِكَارُ إِدِيْسُونِ وَمُسَاعَدُهُ وَ . ك . ل . دِيْكْسُونُ الْكِينْتُوجَرَفِ — أَيْ آلَةُ التَّصْوِيرِ — وَالْكِينْتُوسْكُوبُ — أَيْ آلَةُ الْمُشَاهَدَةِ أَوْ الْمُنْظَارِ . وَالْكِينْتُوجَرَفُ آلَةٌ كَبِيرَةٌ الْحَجْمِ نِسْبِيًّا مَوْجُودَةٌ دَاخِلَ خِرَازِيَةٍ خَشَبِيَّةٍ وَبِهَا فِيلْمٌ عَرْضُهُ ٣٥ م . وَقَدْ صَوَّرَ إِدِيْسُونُ أَفْلَامًا سَيْنِمَائِيَّةً دَاخِلَ سِتُودْيُو خَاصٍّ فِي نِيُوجِرْسِي يَدُورُ عَلَى مَسَارَاتٍ تَتَبَعُ اتِّجَاهَ الشَّمْسِ . وَسَرْعَانِ مَا انْتَقَلَتْ صِنَاعَةُ السَّيْنِمَا إِلَى كَالِيفُورْنِيَا حَيْثُ يَتَوَافَرُ ضَوْؤُ الشَّمْسِ بِشَكْلِ أَكْبَرَ .

فِيلْمٌ

قِسْمُ الْعَيْنِيَّةِ

بَكَرَةٌ

عَجَلَةٌ مُسَنَّنة

عَدْسَةٌ

فِيلْمٌ

فَاصِلٌ

بَكَرَةٌ

الْكِينْتوسْكوب .

عُرِضَتْ أَوَّلُ الْأَفْلَامِ الصَّامِتَةِ فِي آلَاتِ مُشَاهَدَةٍ تَعْمَلُ بِالْعُمَلَةِ . وَصَنَعَ إِدِيْسُونُ ثُقُوبًا مَرْبَعَةً عَلَى طُولِ جَانِبَيْ الْفِيلْمِ لِتَتَعَشَّقَ فِي أُسْنَانِ عَجَلَةٍ جِهَازِ الْعَرْضِ . وَكَانَ إِطَارُ كُلِّ صُورَةٍ يَتَحَرَّكُ إِلَى مَوْضِعٍ مُحَدَّدٍ مِمَّا يَمْنَعُ اهْتِزَازَ الصُّورَةِ أَوْ عَدَمَ وَضُوحِهَا . وَكَانَ الشَّرِيطُ يَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةِ ٢٤ إِطَارًا فِي الثَّانِيَةِ أَوْ أَكْثَرَ مِمَّا يُوجِبِي بِاسْتِمْرَارِ الْحَرَكَةِ فِي صُورِ الْفِيلْمِ .

قِسْمُ الْعَيْنِيَّةِ

عَجَلَةُ مُسَنَّنة

مِصْبَاحُ الْإِضَاءَةِ

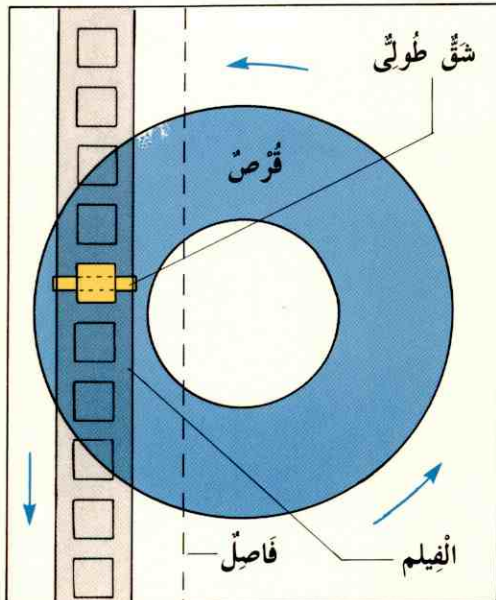
قُرْصٌ

شَقٌّ طَوِيلٌ

دِعَامَةٌ

آلِيَّةُ الْجِهَازِ

اسْتُخْدِمَ الْكِينْتوسْكوبُ قُرْصًا سَرِيعَ الدَّوَرَانِ مَوْضُوعًا بَيْنَ الْفِيلْمِ وَمِصْبَاحِ الْإِضَاءَةِ . وَبِالْقُرْصِ شَقٌّ طَوِيلٌ عَرْضُهُ حَوَالِي ٠,٢ بُوصَةٍ . وَكَانَ الْفِيلْمُ يُضَاءُ فَقَطْ عِنْدَمَا يَكُونُ الشَّقُّ وَإِطَارُ الصُّورَةِ وَمِصْبَاحُ الْإِضَاءَةِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ رَاسِيَّةٍ وَاحِدَةٍ . وَكَانَ الْقُرْصُ مُقْتَرِنًا بِالْعَجَلَةِ الْمُسَنَّنةِ بِحَيْثُ يَسْقُطُ الضَّوُّ عَلَى كُلِّ إِطَارٍ عِنْدَ نَفْسِ الْمَكَانِ .



جِهَازُ الْعُمَلَةِ

مُحَرِّكٌ

كَيْفَ كَانَ يَبْدُو التِّلِفِزِيُونُ الْأَوَّلِيُّ؟

الْمُرْسِلُ التِّلِفِزِيُونِيُّ لِبِيرْد

إِسْتُخْدِمَ جِهَازُ جُون ل. بِيرْد ٣٠ حَظًّا
مَسَحَ لِإِعَادَةِ تَشْكِيلِ الصُّورَةِ الْأَوَّلِيَّةِ الَّتِي
أُذِيعَتْ لِأَوَّلِ مَرَّةٍ فِي أَوَاخِرِ الْعَشْرِينَاَتِ .
وَفِي عَامِ ١٩٢٨ أُرْسِلَ أَوَّلُ إِشَارَاتٍ
تِّلِفِزِيُونِيَّةٍ مِنْ إِنْجِلْتِرَا إِلَى امْرِيكََا .

مِفْتَاحُ التَّحْكُمِ فِي الْمَقَاوِمَةِ

مَقَاوِمَةٌ

● عَامَ ١٩٢٣

سَجَّلَ ف. ل. زووريكين
بَرَاءَةَ الْخِتْرَاعِ أَوَّلَ صِمَامِ
كَامِيرَا تِّلِفِزِيُونِيٍّ .

● عَامَ ١٩٢٦

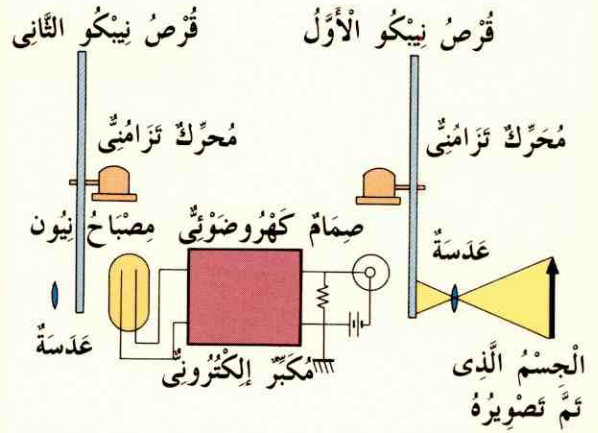
طَوَّرَ جُون ل. بِيرْدَ جِهَازَ
الْمَسَحِ التِّلِفِزِيُونِيَّ
الْمِيكَانِيكِيَّ .

● عَامَ ١٩٢٩

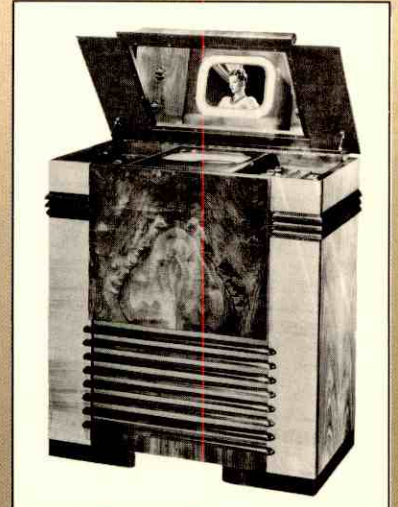
قَامَتِ الشَّرْكََةُ الْبَرِيطَانِيَّةُ
لِلْإِذَاعَةِ بِأَوَّلِ تَجْرِبَةٍ عَلَى
مُسْتَوَى الْعَالَمِ لِلْإِذَاعَةِ
التِّلِفِزِيُونِيَّةِ .

لَا يُمَكِّنُ الْقَوْلُ أَنَّ التِّلِفِزِيُونَ (الْمِرْنَاه) هُوَ الْخِتْرَاعُ شَخْصٍ وَاحِدٍ .
فَالْوَاقِعُ أَنَّ التِّلِفِزِيُونَ طَوَّرَ عَلَى مَدَارِ خَمْسِينَ عَامًا عَلَى أَيْدِي الْعَدِيدِ
مِنَ الْمُخْتَرَعِينَ . فَفِي عَامِ ١٨٨٤ اِبْتَكَرَ الْمُخْتَرِعُ الْأَلْمَانِيُّ بُول
نِيكُو قُرْصًا مَاسِحًا بَصَرِيًّا يَحَوِّلُ الصُّورَةَ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْإِشَارَاتِ
الْكَهْرَبِيَّةِ مُخْتَلِفَةِ الشَّدَّةِ . وَفِي عَامِ ١٩٢٦ ، اسْتُخْدِمَ الْأُسْكُنْدَنِيَّ
جُون ل. بِيرْدَ قُرْصَ نِيكُو فِي صَنْعِ أَوَّلِ تِّلِفِزِيُونٍ عَمَلِيٍّ مَاسِحٍ
آلِيٍّ ، وَلَكِنَّ الْمَسَحَ الْآلِيَّ كَانَ مَحْدُودًا ، وَكَانَ الْمُسْتَقْبَلُ لِلْمَسَحِ
الْإِلِكْتُرُونِيِّ الَّذِي يَمْسَحُ الصُّورَةَ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ لِيُقَسِّمَهَا إِلَى
مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّقْطِ تُسَمَّى النُّقْطَاتِ . وَكَانَتِ الطَّفَرَةُ فِي هَذَا الْمَجَالِ
فِي أَوَاخِرِ الْعَشْرِينَاَتِ مِنَ الْقَرْنِ الْحَالِي عِنْدَمَا اخْتَرَعَتْ صِمَامَاتُ
الْمَسَحِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ بِوَاسِطَةِ الْمُخْتَرِعِ الْأَمْرِيكِيِّ فِيلُو فرانسورث
وَالرُّوسِيِّ الْأَمْرِيكِيِّ فِلَادِيمِير ك. زووريكين . وَأَوَّلُ جِهَازِ تِّلِفِزِيُونٍ
إِلِكْتُرُونِيٍّ اسْتَقْبَلَ صُورَةً مِنْ مِثْلِ هَذَا الصِّمَامِ ، قَدْ اسْتَقْبَلَ الصُّورَةَ
الَّتِي تَمَّ مَسْحُهَا — عَلَى صِمَامٍ أَشْعَةٍ مَهْبِطٍ — وَهِيَ أَتُبُوبُ زُجَاجِيَّةٌ
مُفْرَعَةٌ لَهَا شَاشَةٌ مَعْطَاةٌ بِمَسْحُوقٍ فُسْفُورِيٍّ . وَتَوْمِضُ الشَّاشَةِ ،
عِنْدَمَا يَبْعَثُ صِمَامُ أَشْعَةٍ الْمَهْبِطِ سَيَّلًا مِنَ الْإِلِكْتُرُونَاتِ .

تِّلِفِزِيُونُ الْمَسَحِ الْمِيكَانِيكِيِّ

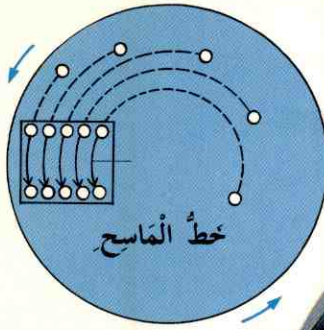


جِهَازُ فِكْتُورِ لِلْاسْتِقْبَالِ التِّلِفِزِيُونِيِّ لِشَرِكَةِ RCA



كَانَتْ أَوَّلُ أَجْهَزَةٍ اسْتَقْبَلَتْ تَحْوِي
شَاشَاتٍ تَوَاجِهَ السَّقْفِ . وَكَانَ
الْمُشَاهِدُونَ يَرَوْنَ صُورَ الشَّاشَةِ فِي
مِرَاةٍ . وَكَانَتِ الشَّاشَةُ عِبَارَةً عَنْ
صِمَامٍ زُجَاجِيٍّ أَوْ صِمَامٍ أَشْعَةٍ
الْمَهْبِطِ مَعْطَى بِمَادَّةٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوئِ
تَوْمِضُ عِنْدَ اضْطِدَامِ الْإِلِكْتُرُونَاتِ
بِهَا . وَيُرْسِلُ شَعَاعَ الْإِلِكْتُرُونِيِّ
شِخَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ تَتَغَيَّرُ تَبَعًا لِلصُّورِ الَّتِي
يَتَمَّ مَسْحُهَا مِنَ الْكَامِيرَا ، فَتُظْهِرُ
صُورَ مُمَثِّلَةٍ عَلَى شَاشَةِ الْمُسْتَقْبَلِ .

قُرْصُ نِيكُو
يَقْرُصُ نِيكُو ثُقُوبَ صَغِيرَةً كَثِيرَةً فِي
نِظَامٍ حَلَزُونِيٍّ . وَعِنْدَمَا يَدُورُ الْقُرْصُ ،
يَتِمُّ مَسْحُ خُطُوطٍ مُتَتَابِعَةٍ مِنَ الصُّورَةِ أَثْنَاءَ
مُرُورِ الضَّوئِ خِلَالَ هَذِهِ الثُّقُوبِ .



قُرْصُ نِيكُو

• عام ١٨٩٧
اخترع الألماني كارل
براون صمام أشعة
المهبط .

عدسة

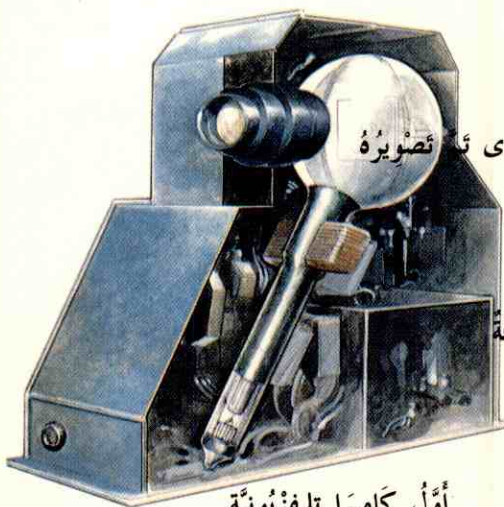


مفتاح ضبط المحرك

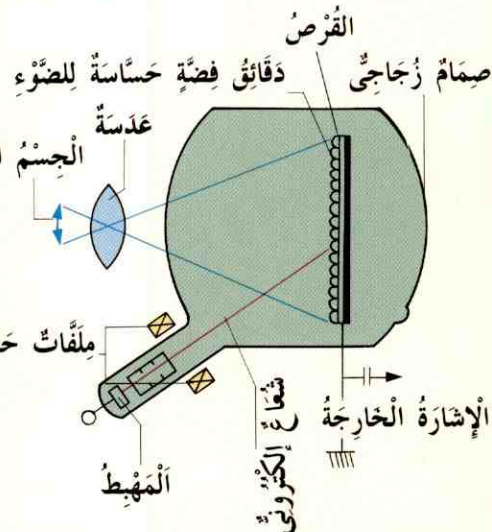
محرك تزامني

كاميرا التليفزيون

كَانَتْ كَامِيرَا زووريكين التِّلِفِزِيُونِيَّةُ ذَاتَ قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ مُعْطًى بِعَنَاصِرٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوئِ فِي وَسْطِ
صِمَامٍ زُجَاجِيٍّ . وَعِنْدَمَا تُضِيءُ هَذِهِ الْعَنَاصِرُ فَإِنَّهَا تُؤَلِّدُ تَيَّارًا يَتَنَاسَبُ مَعَ شِدَّةِ الْإِسْتِضَاءَةِ . وَيَقُومُ
الْمَاسِحُ بِإِعَادَةِ نَسْجِ الصُّورَةِ عَلَى جِهَازِ الْإِسْتِقْبَالِ .



أَوَّلُ كَامِيرَا تِلِفِزِيُونِيَّةٍ



• عام ١٩٣٠

اخترع فيلو فارنسورث
نظام مسح جديدًا جعل
التِّلِفِزِيُونِ مُنَاسِبًا لِلِاسْتِعْمَالِ
الْمَنْزِلِيِّ .

كَيْفَ يَعْمَلُ الدِّينَامِيتُ؟

فِي مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ ١٩ ، كَانَ النِّتْرُوجِلِيسِيرِينَ - وَهُوَ حَلِيطٌ مِنْ حِمَضِي النِّتْرِيكِ وَالْكَبْرِيتِيكِ وَالْجِلِيسِيرِينَ - هُوَ أَكْثَرُ الْمَوَادِّ الْمُتَفَجِّرَةِ اسْتِخْدَامًا فِي الْمَنَاجِمِ وَعَمَلِيَّاتِ النَّسْفِ الْأُخْرَى . وَفِي التَّفَجِيرِ بِالنِّتْرُوجِلِيسِيرِينَ تُنْتِجُ الْحَرَارَةُ عَنْ تَفَاعُلٍ كِيمِيَائِيٍّ مُتَسَلِّسٍ . وَيَعْمَلُ هَذَا التَّفَاعُلُ عَلَى زِيَادَةِ حَجْمِ الْغَازَاتِ النَّاتِجَةِ بِسُرْعَةٍ إِلَى أَكْثَرِ مِنْ أَلْفِ ضِعْفٍ وَبِقُدْرَةٍ كَافِيَةٍ لِتَفْتِيتِ الصُّخُورِ . وَلَكِنَّ تَدَاوُلَ النِّتْرُوجِلِيسِيرِينَ خَطِيرٌ جِدًّا ، إِذْ إِنَّهُ قَدْ يَنْفَجِرُ عِنْدَ الرَّجِّ الْخَفِيفِ . الْفَرِيدُ نُوْبَلُ الْكِيمَائِيِّ السُّوَيْدِيِّ الَّذِي كَانَ يَمْلِكُ مَصْنَعَ

سِلْكُ مَوْصَلٍ

كَبْسُولَةُ تَفَجِيرِ الدِّينَامِيتِ

يُوصَلُ سِلْكُ مَوْصَلٍ الْكَهْرَبِيَّةِ إِلَى شِخْنَةٍ أُولَيَّةٍ فِي الْكَبْسُولَةِ فَتَنْفَجِرُ ، وَبِالتَّالِي يَنْفَجِرُ الدِّينَامِيتُ وَتُحَقِّقُ الْكَبْسُولَاتُ أَمَانًا وَدَقَّةً أَكْثَرَ مِنَ الْفَعْلَةِ الْمُسْتَعْلَةِ .



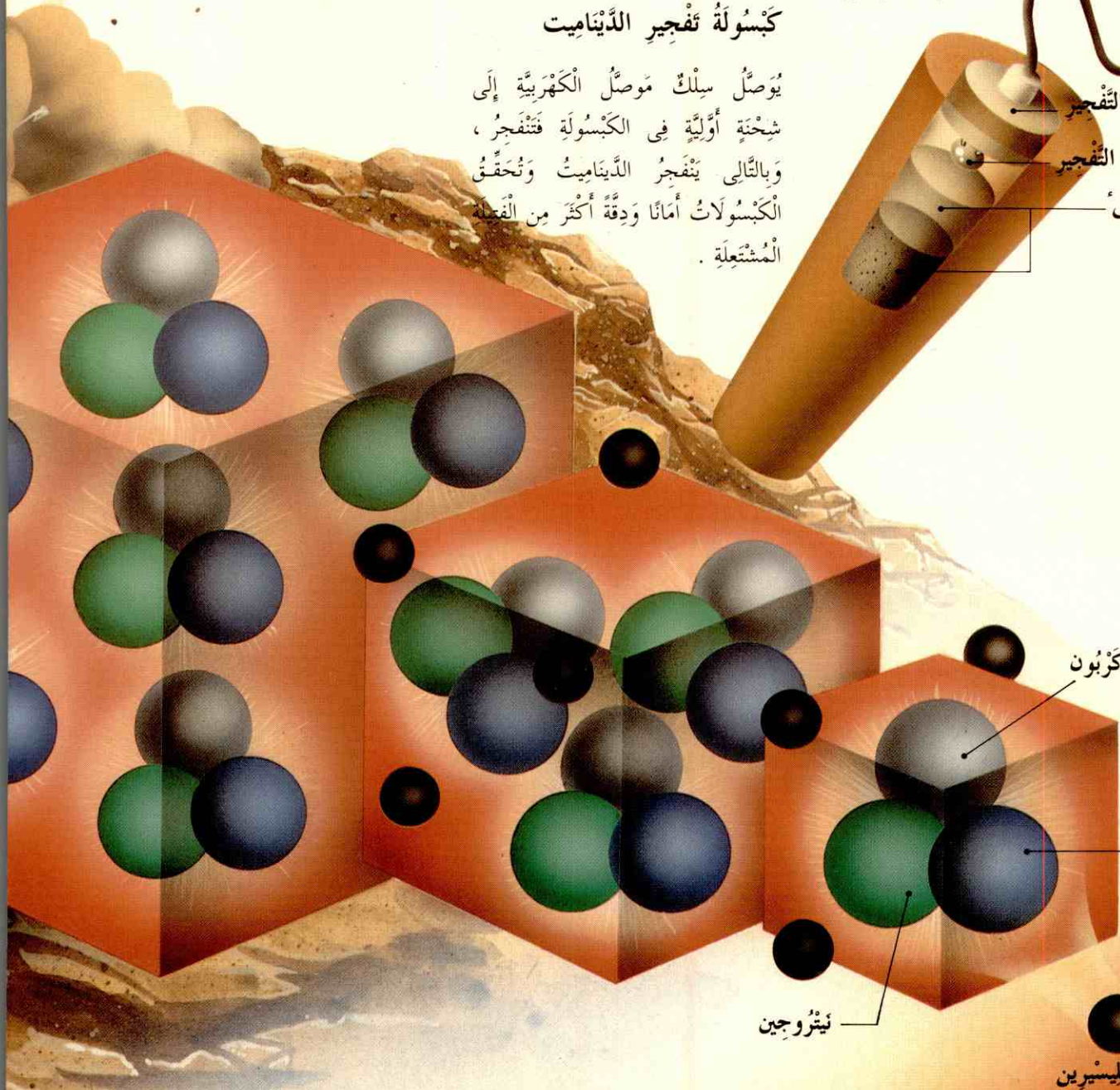
ثَانِي أُكْسِيدِ كَرْبُونٍ

بُخَارُ مَاءٍ

نِيتْرُوجِين

نِيتْرُوجِلِيسِيرِينَ

نِيتْرُوجِلِيسِيرِينَ ، قَدْ فَقَدَ أَحَدَ أَفْرَادِ عَائِلَتِهِ فِي حَادِثٍ مُمَاتِلٍ . وَشَرَعَ نُوْبَلُ فِي اِبتِكَارِ مَادَّةٍ مُتَفَجِّرَةٍ أَمْنَةٍ وَسَهْلَةٍ اِلِسْتِعْمَالِ عَمَلِيًّا . فَمَزَجَ النِّتْرُوجِلِيسِيرِينَ بِمَادَّةٍ مَسَامِيَّةٍ مَاصَةٍ تُسَمَّى الدِّينَاثُومِيتَ لِیَنْتِجَ مَادَّةً مُحَبَّبَةً جَافَةً أَطْلَقَ عَلَيْهَا نُوْبَلُ اسْمَ الدِّينَامِيتِ . وَكَانَتْ قُدْرَتُهَا عَلَى التَّفَجِيرِ مُعَادِلَةً لِقُدْرَةِ النِّتْرُوجِلِيسِيرِينَ وَحْدَهُ ، وَلَكِنْ يُمَكِّنُ تَدَاوُلَهَا بِأَمَانٍ فَهِيَ مُقَاوِمَةٌ لِلصَّدَمَاتِ وَالْحَرَارَةِ . وَقَدْ اخْتَرَعَ نُوْبَلُ أَيْضًا كَبْسُولَةَ الدِّينَامِيتِ الَّتِي جَعَلَتْ التَّفَجِيرَ بِالدِّينَامِيتِ أَكْثَرَ أَمَانًا . وَقَدْ اسْتَحْدَمَ هَذَا الْاِخْتِرَاعُ عَلَى نَطاقٍ وَاسِعٍ ، وَحَقَّقَ نُوْبَلُ مِنْ وَرَائِهِ ثَرَوَةً طَائِلَةً ، اسْتَحْدَمَ جُزْءًا مِنْهَا فِي تَأْسِيسِ جَائِزَةِ نُوْبَلِ .

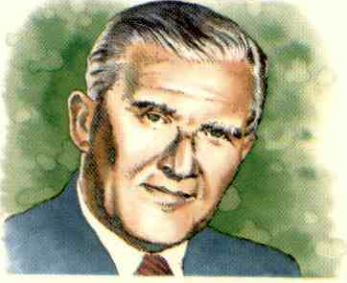


قُوَّةُ تَفْجِيرِ الدِّينَامِيَتِ

عِنْدَ انْفِجَارِ النَّيْتْرُوجِلِيسِيرِينِ تَنْطَلِقُ غَازَاتُ بُخَارِ الْمَاءِ وَالنَّيْتْرُوجِينِ وَثَانِي أَكْسِيدِ الْكَرْبُونِ . وَتَصِلُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ التَّفَاعُلِ إِلَى حَوَالَى ٥٩٠٠٠ فِ فَتَتَمَدَّدُ الْغَازَاتُ بِسُرْعَةٍ إِلَى أَكْثَرِ مِنْ أَلْفِ حَجْمِهَا الْأَصْلِيِّ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْغُرْفَةِ مُنْتِجَةً قُوَّةً تَدْمِيرِيَّةً هَائِلَةً . وَإِذَا اسْتُخْدِمَت كَمِيَّةٌ كَبِيرَةٌ مِنَ النَّيْتْرُوجِلِيسِيرِينِ فِي التَّفْجِيرِ — كَمَا فِي نَسْفِ الصُّخُورِ — فَإِنَّ التَّفَاعُلَ يُؤَلِّدُ ضَعْفًا قَدْ يَصِلُ إِلَى مِلْيُونِ رَطْلٍ عَلَى الْبُوصَةِ الْمَرَبَّعَةِ وَتَنْتُجُ صَدْمَةٌ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ أَوْ مَوْجَةٍ تَفْجِيرِيَّةٍ تَنْتَقِلُ بِسُرْعَةِ آلَافِ الْأَقْدَامِ فِي الثَّانِيَةِ ، وَتُسَبِّبُ تَأْثِيرًا شَدِيدَ التَّدْمِيرِ لِكُلِّ شَيْءٍ فِي طَرِيقِهَا . وَلَا يُمْكِنُ إِيقَافُ هَذِهِ الْمَوْجَةِ مَتَى بَدَأَتْ .

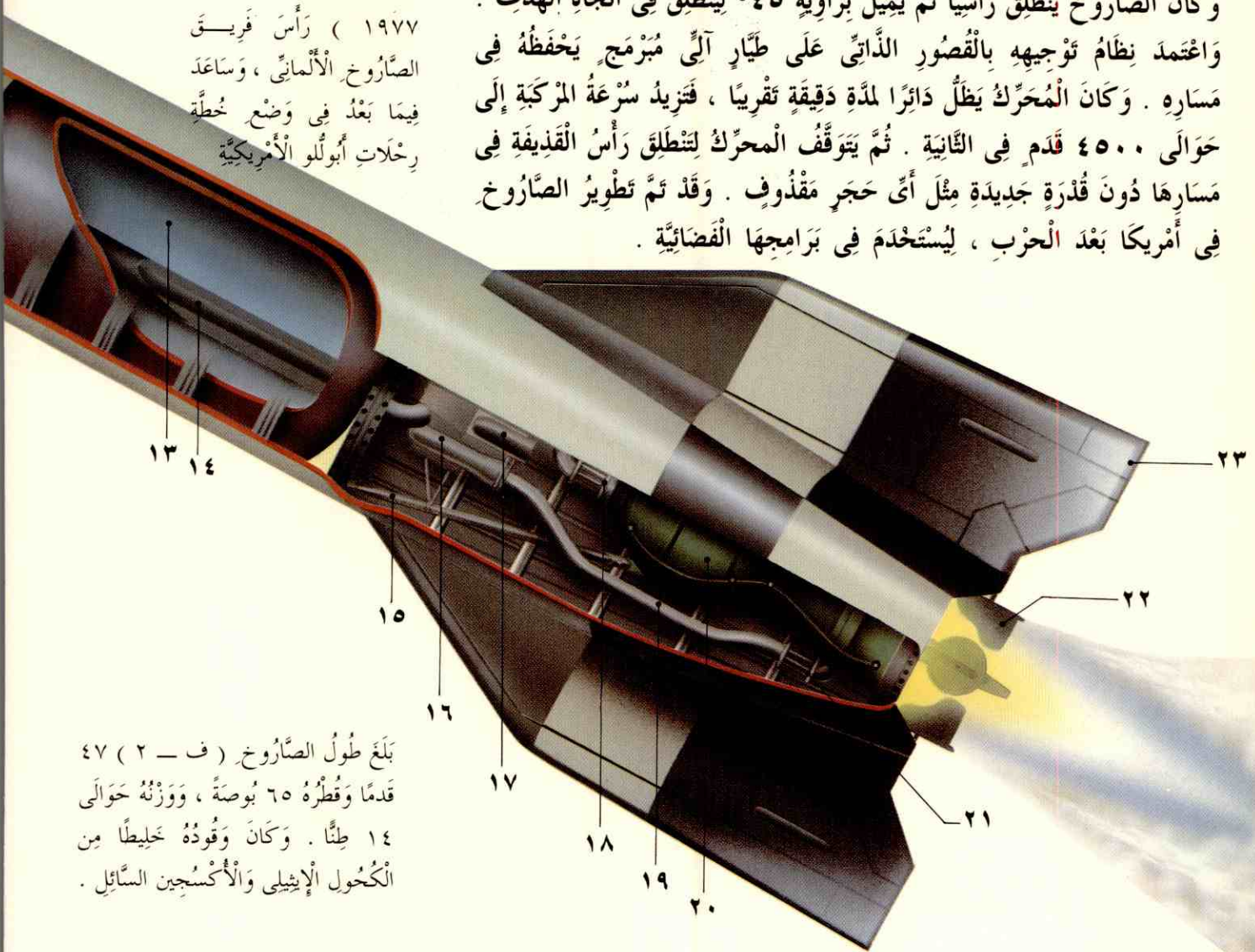
مَا هُوَ صَارُوخ

ف - ٢ ؟

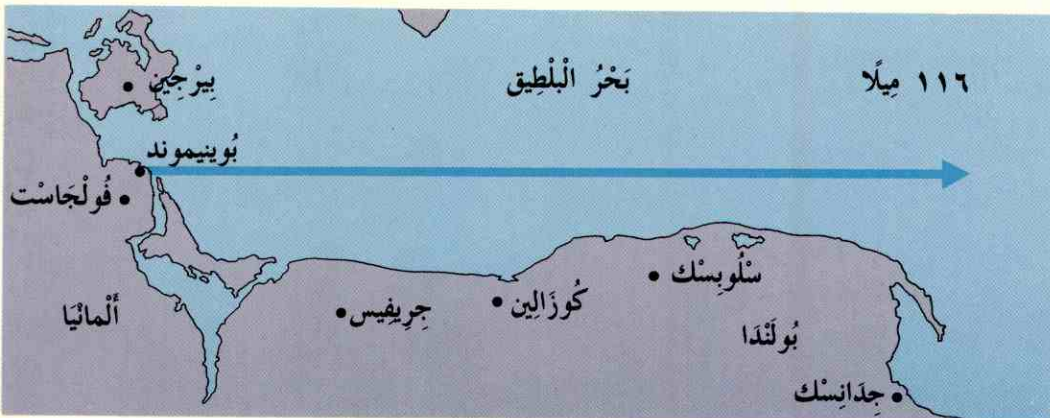


فيرنر فون براون (١٩١٢ -
١٩٧٧) رَأْسَ فَرِيقِ
الصَّارُوخِ الأَلمَانِيِّ ، وَسَاعَدَ
فِيْمَا بَعْدَ فِي وَضْعِ خُطَّةِ
رِخْلَاتِ أَبُولُو الأَمْرِيكِيَّةِ

كَانَ ارْتِيَادُ الْعَوَالِمِ الأُخْرَى هُوَ أَحَدُ الأَحْلَامِ الْقَدِيمَةِ لِلإِنْسَانِ . وَبَدَأَ فِي
أَوَائِلِ هَذَا الْقَرْنِ تَحْقِيقُ هَذَا الْحُلْمِ بِتَطْوِيرِ ثَقْنِيَةِ الصَّارُوخِ عَلَى يَدِ رِجَالِ
مِثْلِ الرُّوسِيِّ قُسْتَنْطِينَ تَسِيُولُكُوفْسكى وَالأَمْرِيكِيِّ رُوبرْت هـ . جُودَارْدَ . وَقَدْ
تَمَّ إِتْجَاعُ أَوَّلِ صَارُوخٍ عَمَلِيٍّ بَعْدَ عِدَّةِ مُحَاوَلَاتٍ قَامَ بِهَا فَرِيقٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ
الأَلمانِ مِنْ جَمْعِيَّةِ رِخْلَاتِ الْفَضَاءِ بِرِئَاسَةِ فِيرْنِر فُون بَرَاونِ . وَلَكِنَّ الْقِيَادَةَ
العَسْكَرِيَّةَ الأَلمَانِيَّةَ اسْتَوْلَتْ عَلَى هَذَا الصَّارُوخِ وَأُطْلِقَتْ عَلَيْهِ اسْمُ ف - ٢ ،
وَاسْتُخْدِمَتْهُ بَدَلًا مِنْ ذَلِكَ فِي قِصْفِ إِنْجِلْتَرَا أثنَاءَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ .
وَكَانَ الصَّارُوخُ يَنْطَلِقُ رَأْسِيًّا ثُمَّ يَمِيلُ بِزَاوِيَةِ ٤٥° لِيَنْطَلِقَ فِي اتِّجَاهِ الْهَدَفِ .
وَاعْتَمَدَ نِظَامُ تَوَجِيهِهِ بِالقُصُورِ الذَّاتِيٍّ عَلَى طَيَّارٍ آليٍّ مُبَرِّمَجٍ يَحْفَظُهُ فِي
مَسَارِهِ . وَكَانَ الْمُحَرِّكُ يَظَلُّ دَائِرًا لِمُدَّةٍ دَقِيقَةٍ تَقْرِيبًا ، فَتَزِيدُ سُرْعَةُ الْمَرْكَبَةِ إِلَى
حَوَالَى ٤٥٠٠ قَدَمٍ فِي الثَّانِيَةِ . ثُمَّ يَتَوَقَّفُ الْمُحَرِّكُ لِيَنْطَلِقَ رَأْسُ الْقَدِيفَةِ فِي
مَسَارِهَا دُونَ قُدْرَةٍ جَدِيدَةٍ مِثْلَ أَيِّ حَجَرٍ مَقْدُوفٍ . وَقَدْ تَمَّ تَطْوِيرُ الصَّارُوخِ
فِي أَمْرِيكََا بَعْدَ الْحَرْبِ ، لِيُسْتَعْدَمَ فِي بَرَامِجِهَا الْفَضَائِيَّةِ .



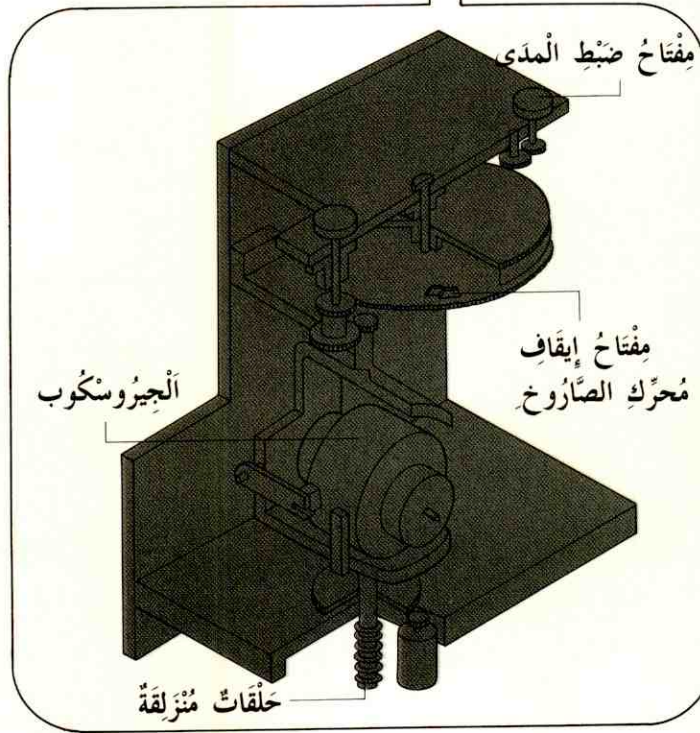
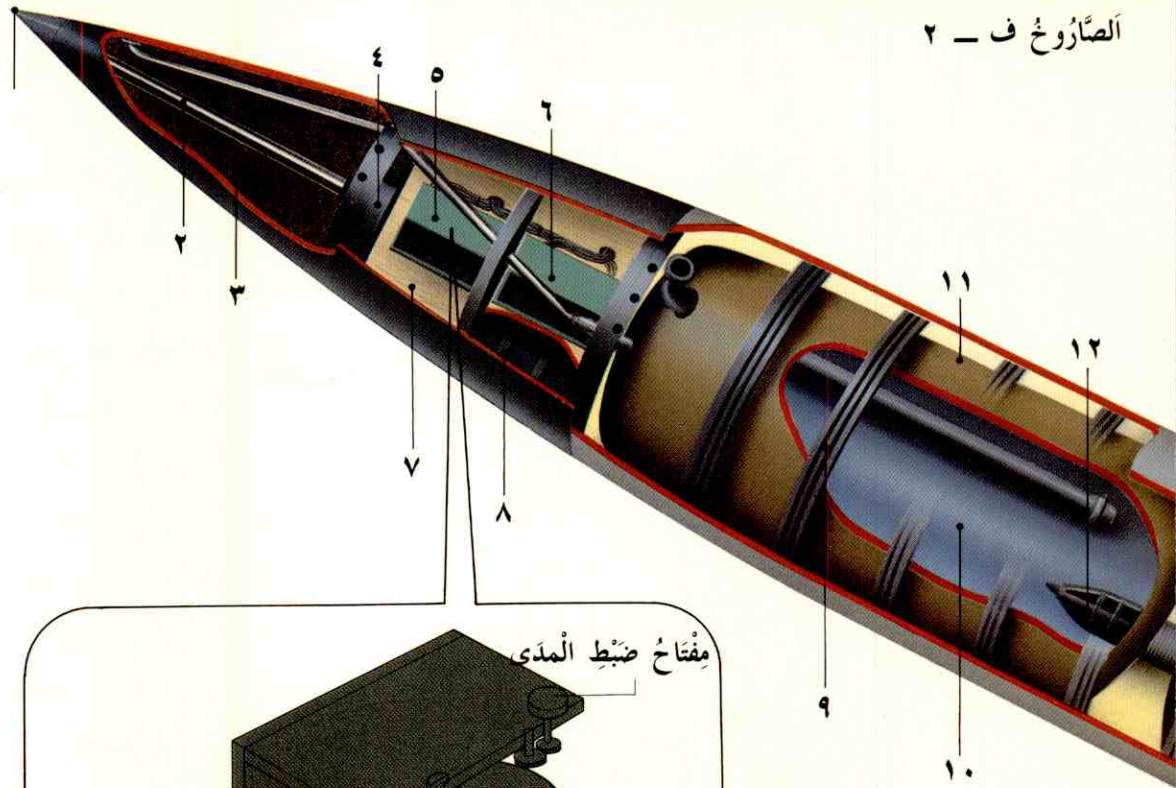
بَلَغَ طُولُ الصَّارُوخِ (ف - ٢) ٤٧
قَدَمًا وَقَطْرُهُ ٦٥ بُوصَةً ، وَوُزْنُهُ حَوَالَى
١٤ طَنًا . وَكَانَ وَقُودُهُ خَلِيطًا مِنْ
الْكُحُولِ الإِيثِيلِيِّ وَالْأَكْسِجِينِ السَّائِلِ .



الرَّحْلَةُ الْأُولَى

قَامَ ف - ٢ بِأَوَّلِ رِحْلَةٍ
تَجْرِبِيَّةٍ نَاجِحَةٍ عَامَ ١٩٤٢ مِنْ
بُونِينْمُونْد فِي الأَمَانِيَا عَبْرَ بَحْرِ
الْبَلْطِيْقِ فَقَطَعَ ١١٦ مِيلًا فِي
خَمْسِ دَقَائِقٍ وَكَانَ أَقْصَى
ارْتِفَاعٍ وَصَلَ إِلَيْهِ هُوَ ٥٠
مِيلًا .

- ١ - مُفَجِّرُ رَأْسِ الْقَدِيفَةِ
- ٢ - أَثْبُوبُ الْمُفَجِّرِ
- ٣ - رَأْسُ الْقَدِيفَةِ
- ٤ - الْمُفَجِّرُ الْكَهْرَبَائِيُّ الرَّئِيسِيُّ
- ٥ - غُرْفَةُ نِظَامِ التَّوْجِيهِ
- ٦ - مُعَدَّاتُ الرَّادِيُو
- ٧ - حَاجِزٌ مِنَ الْخَشَبِ الرَّقَائِقِيِّ
- ٨ - خِزَانُ التِّيَرُوجِينَ
- ٩ - أَضْلَاحُ مَقْوَسَةٍ
- ١٠ - خِزَانَاتُ الْمَاءِ وَالْكُحُولِ الْإِثْيَلِيِّ
- ١١ - عَازِلٌ مِنَ الصَّوْفِ الرَّجَاجِيِّ
- ١٢ - صِمَامُ التَّحْكُمِ
- ١٣ - خِزَانُ الْأَكْسِجِينِ السَّائِلِ
- ١٤ - أَثْبُوبٌ مَعْزُولَةٌ لِلْإِمْدَادِ بِالْكُحُولِ الْإِثْيَلِيِّ
- ١٥ - هَيْكَلُ دِعَامَةِ جِهَازِ الدَّفْعِ
- ١٦ - مَضْخَّةُ ثَوْرِيَّةِة
- ١٧ - عَادِمُ الثَّوْرَيْنِ
- ١٨ - صِمَامٌ
- ١٩ - حِطُّ الْوَقُودِ
- ٢٠ - غُرْفَةُ الْإِخْتِرَاقِ
- ٢١ - صِمَامُ الْوَقُودِ الرَّئِيسِيِّ
- ٢٢ - دَفْعَةُ عَادِمِ الْجَرَافِيَتِ
- (٤)
- ٢٣ - جُنَيْحٌ مُتَحَرِّكٌ (٤)

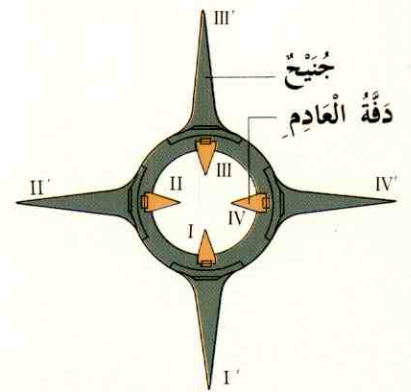
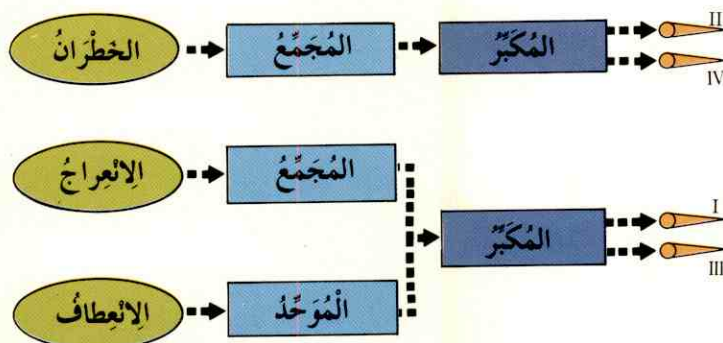


الْمَعْجَلُ الْمُتَكَامِلُ

يُسْتَعْمَدُ الصَّارُوخُ ف - ٢ مَجَسًّا جِيرُوسْكُوبِيًّا مِنَ التَّنَوُّعِ الْبِنْدُولِيِّ لِيَحْفَظَ الصَّارُوخُ عَلَى مَسَارِهِ . وَيُجَسُّ هَذَا الْمَجَسُّ بِتَسَارُعِ الصَّارُوخِ رَاسِيًّا ، وَأُفْقِيًّا ، وَيُقَارَنُ هَذِهِ الْقَرَاءَاتُ بِمَجْمُوعَةٍ مِنَ الْإِرْشَادَاتِ الْمِلَاحِيَّةِ السَّابِقِ حِسَابُهَا . وَهَذِهِ الْبَيِّنَاتُ تُحَدِّدُ اللَّحْظَةَ الْمُنَاسِبَةَ لِإِقْفَافِ الْمُحَرِّكِ .

نِظَامُ التَّوْجِيهِ التَّلْقَائِيِّ

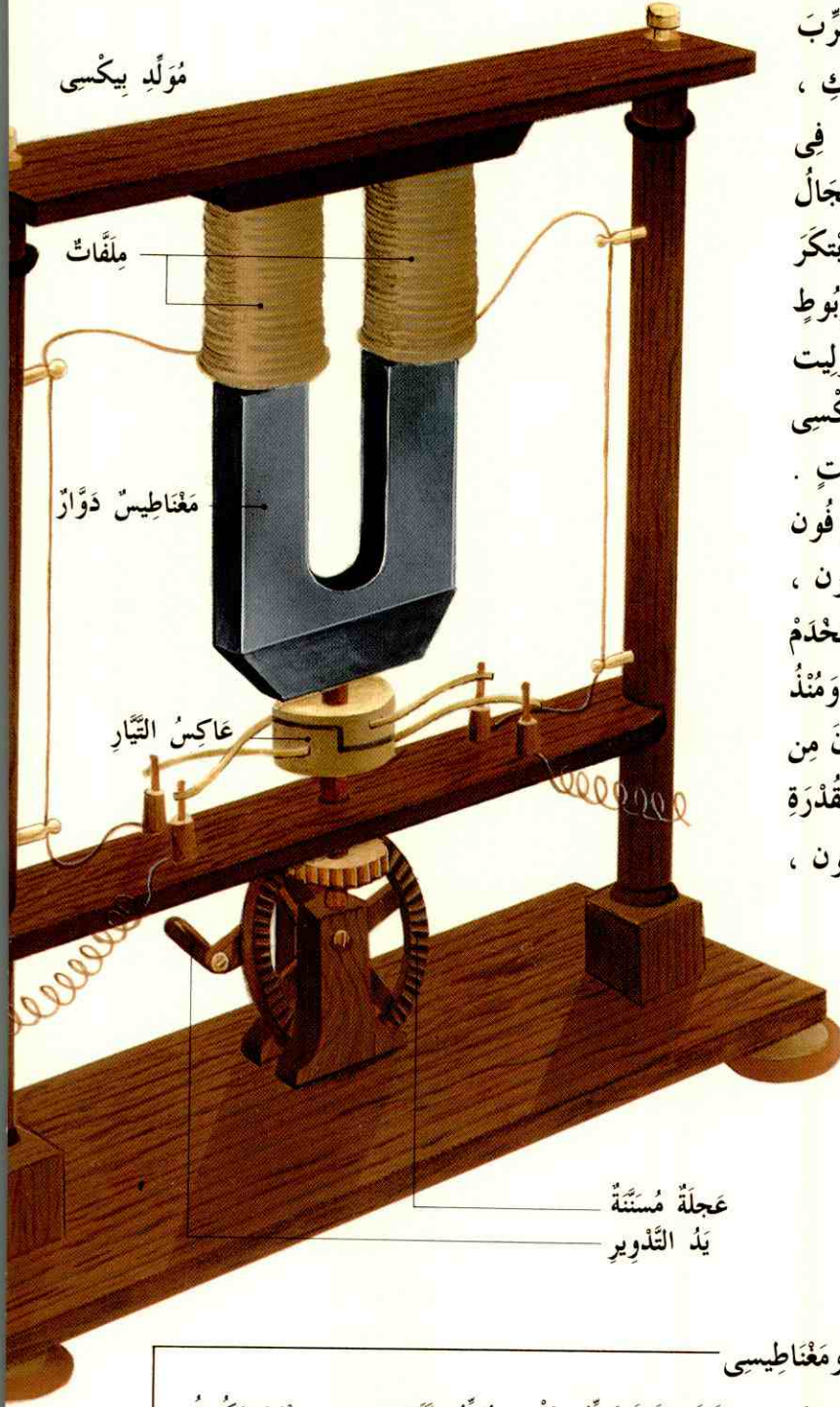
تُعِيدُ الْمَرَاوِخُ النَّفَاثَةُ تَوْجِيهَ عَادِمِ الصَّارُوخِ لِيَخْرُجَ تَبَعًا لِلتَّلْعِيمَاتِ الْمَوْجَّهَةِ مِنَ الْبُوصَلَتَيْنِ الْجِيرُوسْكُوبِيَّتَيْنِ .



الْجُنَيْحُ وَالسَّطْحُ النَّفَاثُ لِلصَّارُوخِ ف - ٢

كَيْفَ تَعْمَلُ الْمَوْلِدَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ؟

مُولِدٌ بِيكْسِي

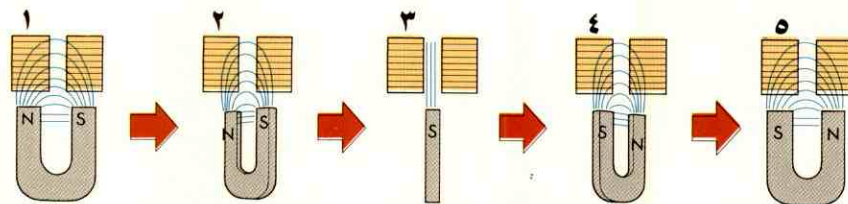
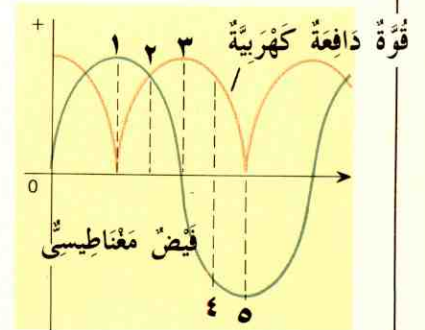


اِبْتِكَرَ مَايْكِلَ فَارَادَايَ أَوَّلَ مَوْلِدٍ كَهْرَبَائِيٍّ فِي انْجِلْتَرَا عَامَ ١٨٣١ . وَكَانَ فَارَادَايَ قَدْ اكْتَشَفَ أَنَّ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ يَتَوَلَّدُ عِنْدَ تَحْرُكِ مِلْفٍ خِلَالَ مَجَالٍ مَغْنَاطِيْسِيٍّ وَإِذَا قُرَّبَ مَغْنَاطِيْسٌ مِنْ مِلْفٍ ، فَإِنَّ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَسْرِي فِي السِّلْكِ ، وَإِذَا أُبْعِدَ الْمَغْنَاطِيْسُ يَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ التَّيَّارِ الْمَارِّ فِي السِّلْكِ . وَيَسْتَمُرُّ مُرُورُ التَّيَّارِ فِي السِّلْكِ مَا دَامَ الْمَجَالُ الْمَغْنَاطِيْسِيُّ مُتَحَرِّكًا . وَبِاسْتِخْدَامِ هَذَا الْمَبْدَأِ ، اِبْتِكَرَ فَارَادَايَ جِهَازًا يُوَلِّدُ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ فِي مِلْفٍ دَوَّارٍ مُرْبُوطٍ بِمَغْنَاطِيْسٍ . وَفِي الْعَامِ التَّالِيِ قَامَ الْفَرَنْسِيُّ هِيُولِيَتُ بِيكْسِي بِتَطْبِيقِ هَذِهِ الْأَفْكَارِ عَمَلِيًّا . وَوَلَدَتْ آلَةُ بِيكْسِي التَّيَّارَ بِإِدَارَةِ مَغْنَاطِيْسٍ يَدَوِّيٍّ بِالْقُرْبِ مِنْ مِلْفٍ ثَابِتٍ . وَأُدْخِلَتْ تَعْدِيلَاتٌ عَلَى هَذَا التَّصْمِيمِ بِوَسِطَةِ فِيرَنْزِ فُون سِيمَنْزِ ، وَزِينوب — ثيوفيل جِرام ، وَتوماس إديسون ، فَجَعَلَتْ الْمَوْلِدَ مُمَازِلًا لِلْمَوْلِدَاتِ الْحَالِيَّةِ . وَلَمْ تُسْتَحْدَمِ هَذِهِ التَّصْمِيمَاتُ لِلإِضَاءَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ حَتَّى ١٨٨٠ . وَمِنْذُ هَذَا الْوَقْتِ أَدَّى اسْتِخْدَامُ الْكَهْرَبَاءِ إِلَى تَغْيِيرَاتٍ كَانَتْ مِنَ الصَّعْبِ الْوُصُولُ إِلَيْهَا ، فَأَصْبَحَتْ الْكَهْرَبَاءُ تُجْمَدُ بِالْقُدْرَةِ أَجْهَزَةً نَسْتَحْدِمُهَا يَوْمِيًّا مِنْ مَحْمَصَةِ الْخُبْزِ إِلَى التِّلْفِزِيُونِ ، وَمِنْ الْأَضْوَاءِ إِلَى أَشْعَةِ اللَّيْزَرِ .

فِي مَوْلِدِ بِيكْسِي ، كَانَ يُدَارُ مَغْنَاطِيْسٌ عَلَى شَكْلِ حِذَاءِ الْفَرَسِ تَحْتَ مِلْفَيْنِ . وَفِي كُلِّ نِصْفِ دَوْرَةٍ كَانَ التَّيَّارُ التَّائِيرِيُّ يَقْطَعُ خُطُوطَ الْقُوَى الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ ، ثُمَّ يَنْعَكِسُ لِيَسْرِيَ فِي الْإِتِّجَاهِ الْمُضَادِّ مَوْلِدًا تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا مُتَرَدِّدًا . وَبِتَرْكِيبِ عَاكِسٍ لِلتَّيَّارِ مُكَوَّنٍ مِنْ قِطَاعَاتٍ دَائِرِيَّةٍ مِنَ النُّحاسِ ، تَمَكَّنَ بِيكْسِي مِنْ عَكْسِ اتِّجَاهِ التَّيَّارِ السَّارِي إِلَى الْأَسْلَاقِ مَوْلِدًا تَيَّارًا يَسْرِي فِي اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ هُوَ التَّيَّارُ الْمُسْتَمِرُّ .

التَّائِيرُ الْكَهْرُومَغْنَاطِيْسِي

تُوضَّحُ الْأَشْكَالُ (أَسْفَلَ) كَيْفَ كَانَ مَوْلِدُ بِيكْسِي يُوَلِّدُ التَّيَّارَ : (١) عِنْدَمَا تَكُونُ الْمِلْفَاتُ عَلَى اسْتِقَامَةٍ قُطْبِي الْمَغْنَاطِيْسِ ، يَكُونُ الْفَيْضُ الْمَغْنَاطِيْسِيُّ أَقْصَاهُ . (٢) وَعِنْدَمَا تَكُونُ الْمِلْفَاتُ جُزْئِيًّا عَلَى اسْتِقَامَةِ الْقُطْبَيْنِ ، يَقِلُّ الْفَيْضُ الْمَغْنَاطِيْسِيُّ . (٣) وَعِنْدَمَا لَا تَكُونُ عَلَى اسْتِقَامَتِهَا ، يَكُونُ الْفَيْضُ مُنْعَدِمًا . (٤) وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى

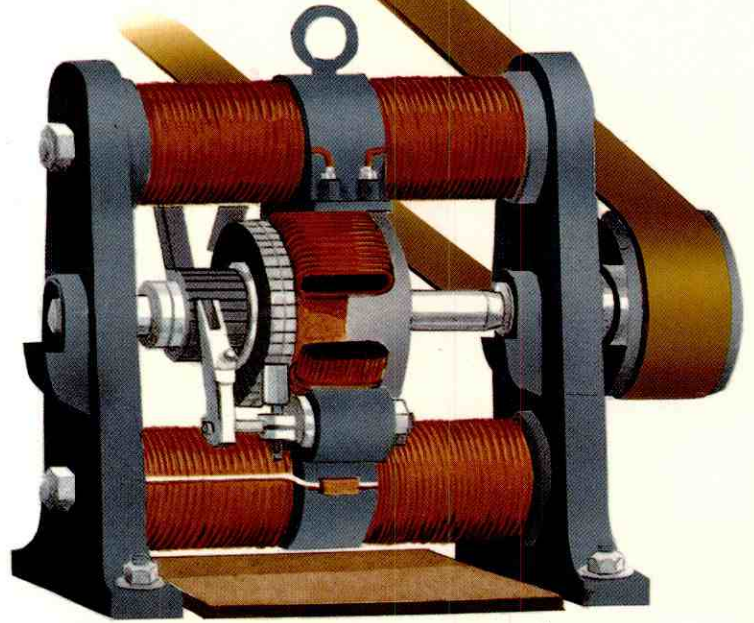
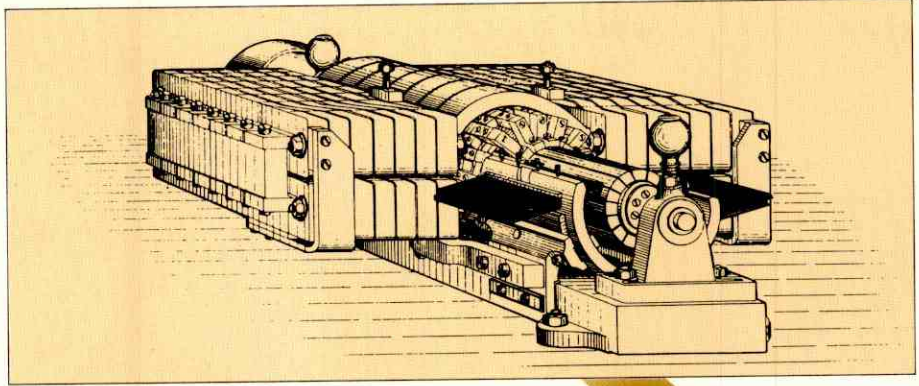


اسْتِقَامَتِهَا جُزْئِيًّا مَرَّةً أُخْرَى ، يَنْعَكِسُ الْفَيْضُ وَيَزْدَادُ فِي الْإِتِّجَاهِ الْعَكْسِيِّ . (٥) وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى اسْتِقَامَتِهَا ثَانِيَّةً ، يُصْبِحُ الْفَيْضُ أَقْصَاهُ فِي الْإِتِّجَاهِ الْمُضَادِّ .

عَاكِسُ بِيكْسِي يُحَوِّلُ التَّيَّارَ الْمُتَرَدِّدَ (أُخْضِرَ) إِلَى تَيَّارٍ مُسْتَمِرٍّ (بُرْتُقَالِي) .

مُولِد سِيَمِنز

فِي عَامِ ١٨٥٦ قَدَّمَ الْأَلْمَانِيُّ فِيرْتَر
فُون سِيَمِنز مُولِدًا مُحَسَّنًا عِبَارَةً عَنْ
دِرْعٍ مَلْفُوفٍ بِمِلْفٍ عَلَى شَكْلِ
بَكَرَةٍ . وَقَدْ اسْتُخْدِمَ مُولِدُ سِيَمِنز
عَامَ ١٨٨١ لِإِمْدَادِ قِطَارٍ بِالْقُدْرَةِ .
وَفِي عَامِ ١٨٨٦ اِئْتَكَرَ أَوَّلُ مُولِدٍ
يَسْتُخْدِمُ الْمَغْنَطِيسَ الْكَهْرَبِيَّ بَدَلًا
مِنَ الْمَغْنَطِيسِ الدَّائِمِ .

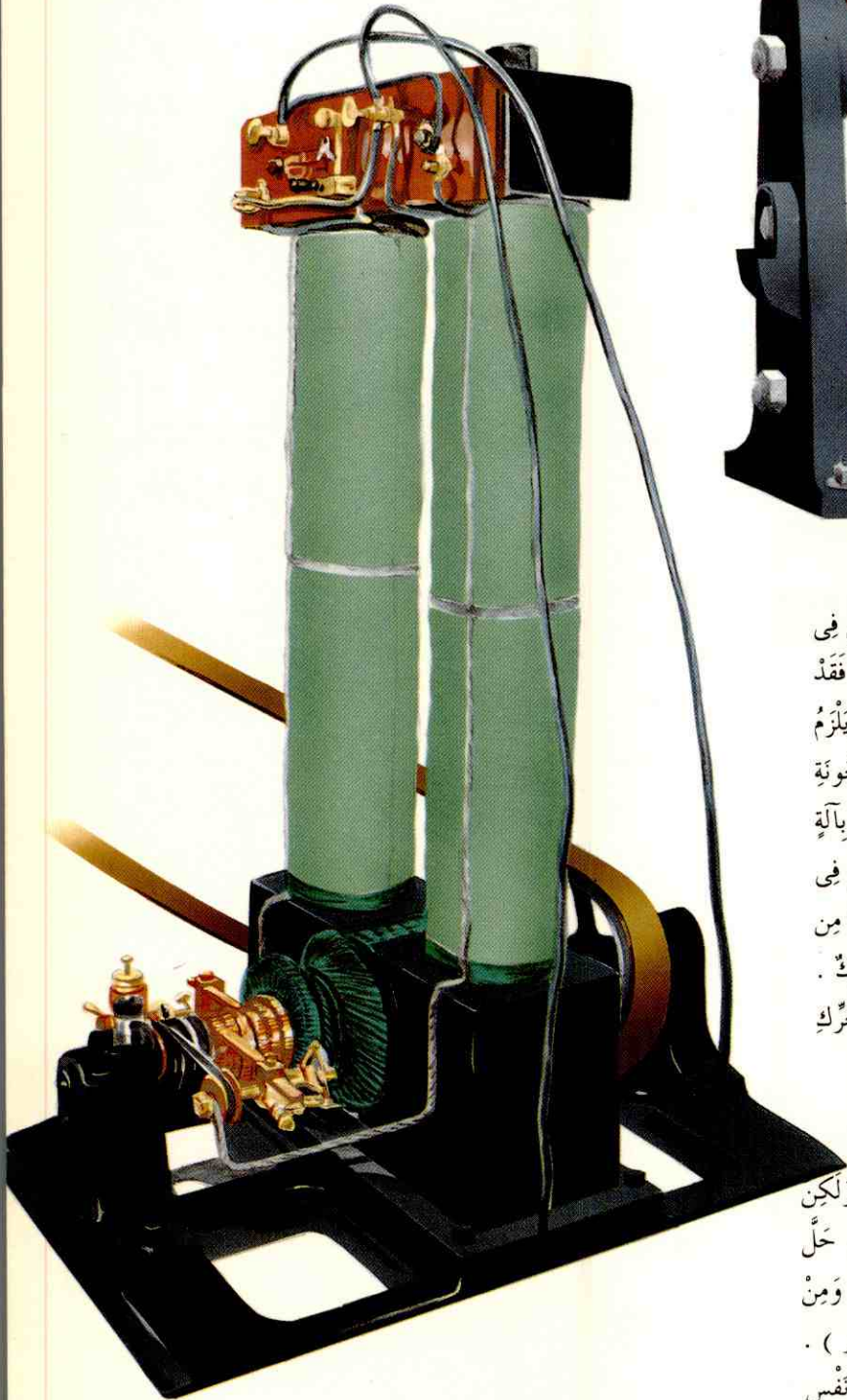


مُولِدُ جِرَام

كَانَ لِلْبَلْجِيكِيِّ زِينُوب — ثيوفيل جِرَام الْفَضْلُ فِي
حَلِّ مُشْكِلَةٍ أُسَاسِيَّةٍ فِي الْمُولِدَاتِ الْأَوَّلِيَّةِ . فَقَدْ
كَانَتْ الْمِلْفَاتُ تَسْخُنُ بِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ وَيَلْزَمُ
تَبْرِيدُهَا بِالْمَاءِ . وَقَدْ أَوْقَفَ جِرَامُ زِيَادَةَ السَّخُونَةِ
بِاسْتِخْدَامِ مِلْفٍ حَلَقِيٍّ (أَعْلَى) يُدَارُ بِأَلِيَّةٍ
بُخَارِيَّةٍ . وَعِنْدَمَا عُرِضَ مُولِدُ جِرَام فِي مَعْرَضٍ فِي
فَيْسَا عَامَ ١٨٧٣ سَحَبَ الْمُولِدُ بِالْصَّدْفَةِ ثِيَارًا مِنْ
الْمُولِدَاتِ الْقَرِيبَةِ وَبَدَأَ فِي الدَّوْرَانِ كَأَنَّهُ مُحَرِّكٌ .
وَقَدْ سَاعَدَتْ هَذِهِ الصَّدْفَةُ عَلَى اِئْتِكَارِ الْحَرَكِ
الْكَهْرَبِيِّ .

مُولِدُ إِدِيْسُون

كَانَتْ مَصَابِيحُ إِدِيْسُون الْكَهْرَبِيَّةُ تَحْتَاجُ إِلَى فَرْقِ جُهْدٍ ثَابِتٍ ، وَلَكِنْ
التَّيَّارُ النَّاتِجُ عَنْ مُولِدَاتِ سِيَمِنز وَجِرَام كَانَ مُضْطَرِبًا . وَقَدْ حَلَّ
إِدِيْسُون هَذِهِ الْمَشْكِلَةَ بِاِئْتِكَارِ مُولِدٍ يَتَكَوَّنُ مِنْ قُطْبَيْنِ كَبِيرَيْنِ وَمِنْ
مِلْفٍ مَوْضُوعٍ بَيْنَ وَاسْطَ مَغْنَطِيسَيْنِ كَهْرَبِيَّيْنِ كَبِيرَيْنِ (يَسَار) .
وَكَانَ مُولِدُ إِدِيْسُون يُنتِجُ ثِيَارًا ثَابِتَ الْجُهْدِ مَا دَامَ الدَّوْرَانُ عَلَى نَفْسِ
الْمُعَدِّلِ .

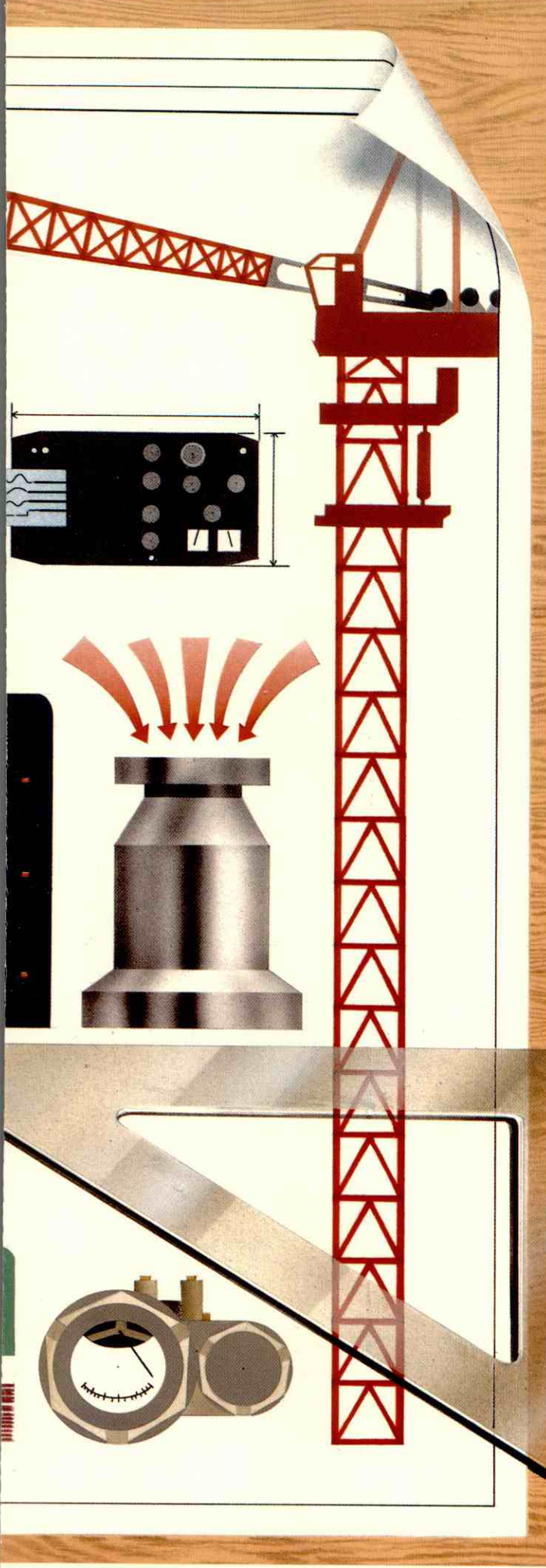


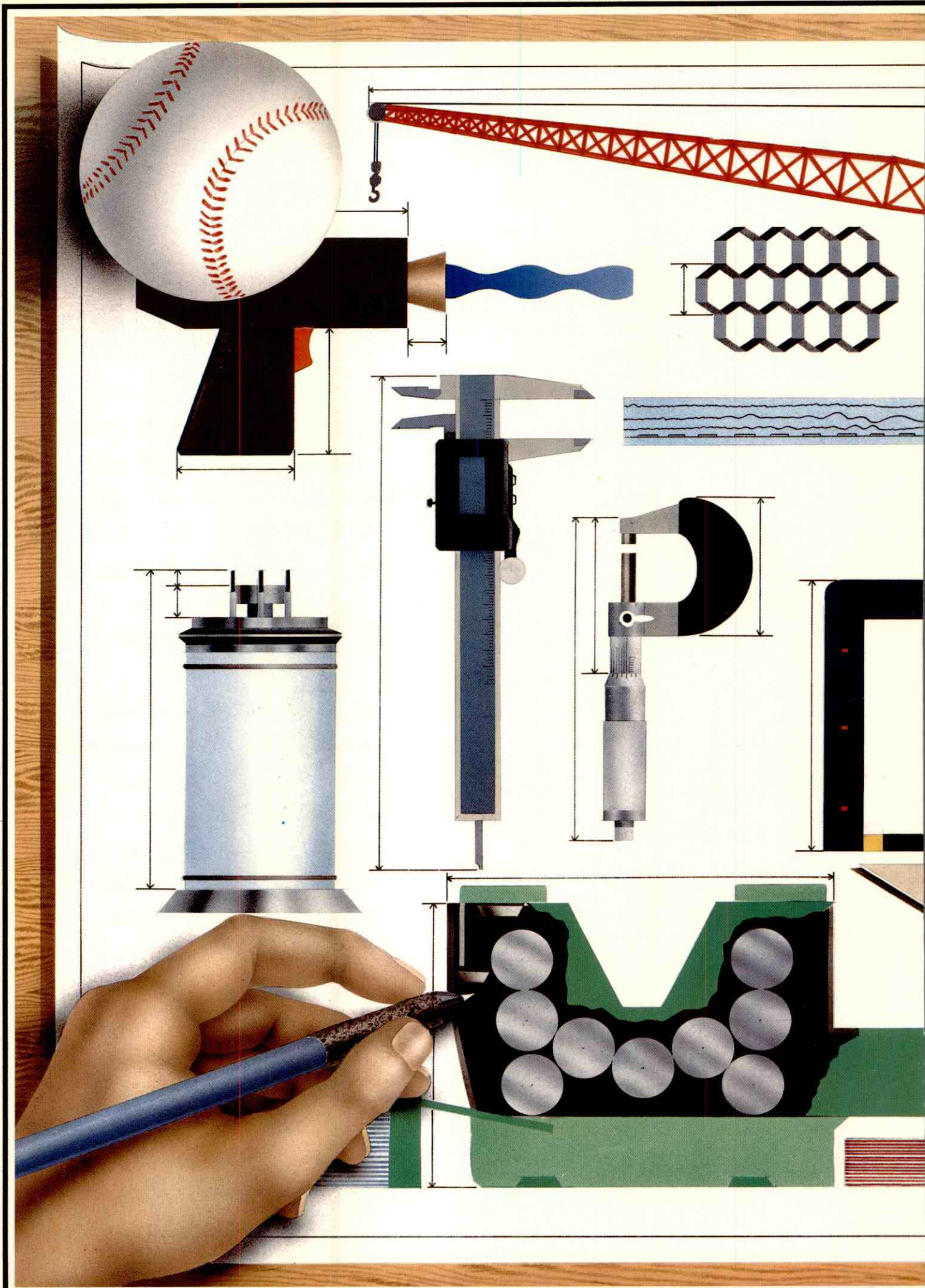
آلات الصناعة والعلوم

تَعْتَمِدُ الصَّنَاعَةُ الْحَدِيثَةُ عَلَى مَدَى تَطَوُّرِ وَاثِقَانِ آلاتِهَا .
فَبِغَايَهِمَا يَنْتَهَى عَالَمُ الصَّنَاعَةِ إِلَى الرُّكُودِ . وَقَدْ تَسَارَعَ
الْعَمَلُ وَالثَّقُلُ مِنْ قَبْلُ فِي الْقُرْنِ ١٩ بِفَضْلِ آتٍ مِثْلِ
الْأَنْوَالِ الْآلِيَّةِ وَالْقَطَارَاتِ وَالسُّفُنِ الْبُخَارِيَّةِ . وَقَدْ اِمْتَدَّتْ
أَيَادِي الْبَشَرِيَّةِ وَطُمُوحَاتُهَا بِفَضْلِ الْآلَاتِ الْحَدِيثَةِ . فَالْآلَاتُ
الْمُتَقَدِّمَةُ الَّتِي تَتَّصِلُ بِدَوَائِرِ مُتَكَامِلَةِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ يُمَكِّنُ أَنْ
تُظْهِرَ لِلْعَيْنِ مَا لَا تَرَاهُ الْعَيْنُ الْمُجَرَّدَةُ ، وَيُمْكِنُهَا كَشْفُ
الْأَصْوَاتِ وَالْحَرَكَاتِ وَالرَّوَائِحِ الَّتِي يَصْعَبُ عَلَى الْحَوَاسِّ
إِذْرَاقُهَا .

وَقَدْ تَمَّ تَطْوِيرُ هَذِهِ الْآلَاتِ وَالْمُعَدَّاتِ الْحَدِيثَةِ لِتَلْبِيَةِ
الْمُتَطَلِّبَاتِ شَدِيدَةِ التَّخَصُّصِ الْإِلَازِمَةِ لِلصَّنَاعَةِ أَوْ الْعُلُومِ
أَوْ اِزْتِيَادِ الْفَضَاءِ . وَظَلَّ كَثِيرٌ مِنْ هَذِهِ الْآلَاتِ قَابِعًا فِي
الْمَصَانِعِ أَوْ الْمَعَامِلِ ، لِإِرْتِفَاعِ ثَكْلِفَتِهَا وَدِقَّتِهَا الْمُتَنَاهِيَّةِ
الَّتِي تُعَوِّقُ اِئْتِسَارَهَا عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ . وَلَكِنْ بَعْضُهَا وَجَدَ
طَرِيقَهُ لِلِاسْتِعْمَالِ فِي حَيَاتِنَا الْيَوْمِيَّةِ مِثْلَ مَدَافِعِ السَّرْعَةِ
وَكَاشِفَاتِ الْفِلِزَّاتِ . وَفِي الْمُسْتَقْبَلِ ، سَتَصْبِحُ الْآلَاتُ أَكْثَرَ
تَطَوُّرًا . فَقَدْ يَقُومُ الْحَاسِبُ الْآلِيُّ الْمَوْجَّهُ (الرُّبُوت) —
مَثَلًا — بِأَعْمَالٍ كَانَتْ قَاصِرَةً عَلَى الْإِنْسَانِ فَقَطْ بَعْدَ أَنْ
أَصْبَحَ لِلرُّبُوتِ الْقُدْرَةُ عَلَى الرُّؤْيَةِ وَالْحَرَكَةِ الْكُتْرُونِيَّةِ وَرُبَّمَا
عَلَى التَّعَلُّمِ أَيْضًا ، وَقَدْ يَتَوَلَّى الْمِهَامَ الْمُعَقَّدَةَ وَالْخَطِرَةَ
أَيْضًا . وَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ بَعْضَ الْإِخْتِرَاعَاتِ وَدَوَرِهَا فِي
الصَّنَاعَةِ وَالْعُلُومِ .

تَتَوَقَّفُ جُودَةُ كُلِّ آلَةٍ عَلَى مَدَى دِقَّةِ هَنْدَسَتِهَا . وَيُظْهِرُ إِلَى الْبَسَارِ رَسْمُ
تَخْطِيطِيٍّ لِمَجْمُوعَةٍ مِنَ الْأَدَوَاتِ الْحَدِيثَةِ الْمُسْتَحْدَمَةِ فِي الْعُلُومِ
وَالصَّنَاعَةِ .





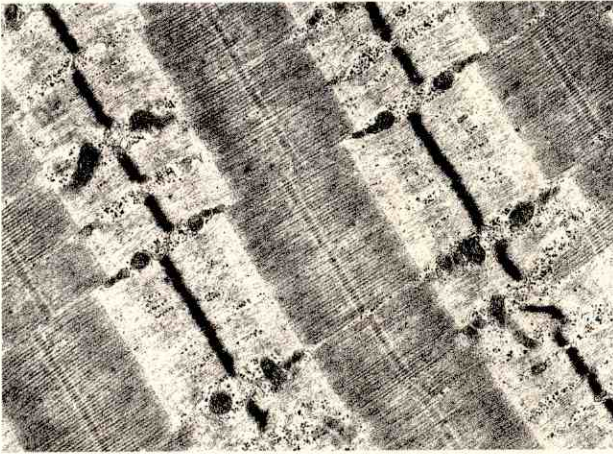
كَيْفَ تَعْمَلُ الْمَجَاهِرُ الْإِلِكْتْرُونِيَّةُ؟

تَكْبِيرٌ بِالْإِلِكْتْرُونَاتِ

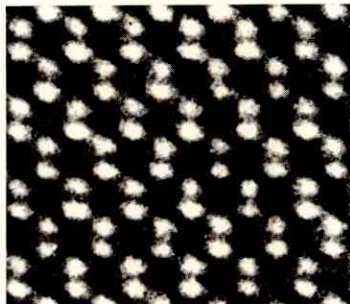
مِدْفَعُ الْإِلِكْتْرُونِ

مَصْعَدٌ

مِلْفٌ تَرْكِيْزِيٌّ



تُظْهِرُ الْعِظَامُ تَرْكِيْبًا شَرِيْطِيًّا ، بَعْدَ تَكْبِيرِهَا ١٣٠٠٠ مَرَّةً .



يُخْرِجُ مِيْكْرُوْسْكُوْبُ
النَّفَاقِ إِذْ صُوِّرَا
فُوْتُوْغْرَافِيَّةً
أَوْ بِالْفِيْدِيُو
لِلْمَسَاحَاتِ الدَّقِيْقَةِ .

وَالِي الْيَمِيْنِ تَظْهِرُ ذَرَّاتُ السِّيْلِيْكُوْنِ الْمَكُوْنَةُ لِلْبَلُوْرَةِ مُكَبَّرَةً

٢ مِلْيُوْنِ مَرَّةً ، وَقَدْ اصْطَفَتْ مِثْلَ جُنُوْدٍ فِي اسْتِعْرَاضٍ .

يُظْهِرُ الْمِيْكْرُوْسْكُوْبُ (الْمَجْهَرُ) الْعَادِيَّ التَّفَاصِيْلَ الصَّغِيْرَةَ جَدًّا بِالنَّسْبَةِ لِلْعَيْنِ الْمَجْرَدَةِ ، وَيَسْتَحْدِمُ الْحَزْمَ الضَّوْئِيَّةَ لِتَكْبِيرِ الْأَجْسَامِ حَتَّى ٢٠٠٠ مَرَّةً . أَمَّا مِيْكْرُوْسْكُوْبَاتِ النَّفَاقِ وَالْمَسْحِ الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ ، فَهِيَ أَقْوَى وَتَسْتَحْدِمُ حَزْمًا مِنَ الْإِلِكْتْرُونَاتِ — وَهِيَ الدَّقَائِقُ السَّالِبَةُ فِي الذَّرَّاتِ — لِتَكْبِيرِ الْمَادَّةِ مَلَايِيْنِ الْمَرَّاتِ . وَفِيهَا يَتِمُّ زِيَادَةُ سُرْعَةِ حَزْمَةِ الْإِلِكْتْرُونَاتِ بِوَاسِطَةِ مَجَالٍ كَهْرَبِيٍّ ثُمَّ يُرَكَّزُ بِوَاسِطَةِ مَجَالٍ مَغْنَاطِيْسِيٍّ . وَيَتَحَدَّدُ مُسْتَوَى التَّكْبِيرِ طَبَقًا لِقُوَّةِ الْحَزْمَةِ . وَأَقْوَى الْمِيْكْرُوْسْكُوْبَاتِ الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ يُظْهِرُ التَّفَاصِيْلَ الْمَجْهَرِيَّةَ عَلَى الْمُسْتَوَى الذَّرِّيِّ حَوَالِي ٣,٠ نَانُوْمِتْرٍ أَوْ ١١٨..... بُوَصَّةً ، فَيَسْتَطِيعُ الْعُلَمَاءُ التَّجَوُّلَ بِنَظَرِهِمْ فِي التَّرْكِيْبِ الْأَسَاسِيِّ لِلْجُزْئِيَّاتِ وَالْمَعَادِنِ وَالْفِلِزَّاتِ .

مِيْكْرُوْسْكُوْبُ نَفَاقِ الْإِلِكْتْرُونِ

مِدْفَعُ الْإِلِكْتْرُونِ

مَجْمُوعَةُ الْإِشْعَاعِ

غُرْفَةُ الْعِيْنَةِ

عَدَسَاتُ شَبِيْئَةٍ

عَدْسَةٌ مُتَوَسِّطَةٌ

عَدَسَاتُ الْإِسْقَاطِ

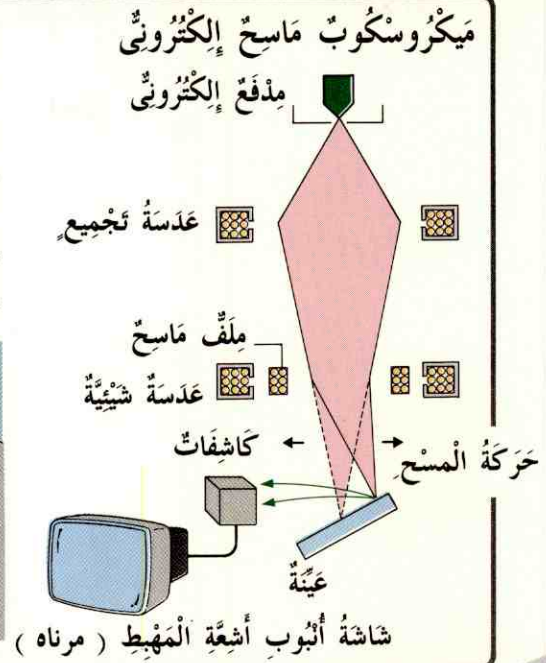
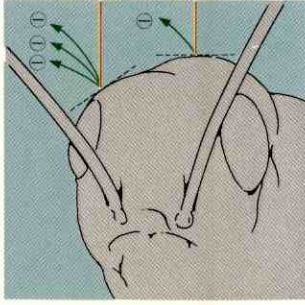
مَجْمُوعَةُ تَكْرِيْنِ الصُّورَةِ

مَجْمُوعَةُ الْمَشَاهِدَةِ

لَوْحٌ فُلُورِسِيْنِي (وَمِیْضُ)
لَوْحٌ تَصْوِيْرِي (فُوْتُوْغْرَافِي)

يُحَرِّكُ المَيَكْرُوسَكُوبُ الماسِيحَ الشَّعاعَ الإِلِكْتْرُونِيَّ بِانْتِظَامٍ عَلَى العَيِّنَةِ كُلِّهَا . وَعِنْدَ مُرُورِ الشَّعاعِ فَوْقَ قِطَاعٍ مُعَيَّنٍ فَإِنَّ ذَرَّاتِ العَيِّنَةِ تُحَرِّرُ الإِلِكْتْرُونَاتِ تُصْطَلِّدُ بِكَاشِفٍ فَتُجْعَلُهُ يَبْعَثُ وَمُضَاتٍ ضَوْئِيَّةً . وَتَتَحَوَّلُ هَذِهِ الِوُضُوءَاتُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ بِوَسِيلَةِ صِمَامٍ مُضَاعِفٍ ضَوْئِيٍّ ثُمَّ تُغْدَى إِلَى شَاشَةٍ مِرْنَاهُ تُظْهِرُ صُورَةَ سَطْحِيَّةً لِلْعَيِّنَةِ .

عِنْدَمَا يَصِلُ الشَّعاعُ أَجْزَاءً مِنَ العَيِّنَةِ ، تَتَحَرَّرُ أَعْدَادٌ مُخْتَلِفَةٌ مِنَ الإِلِكْتْرُونَاتِ . وَهَذَا هُوَ سَبَبُ ظُهُورِ الصُّورَةِ ثَلَاثِيَّةِ الأَبْعَادِ عَلَى الشَّاشَةِ .



صُورَةٌ مُكَبَّرَةٌ

طَوُقُ العَدْسَةِ

مَلْفٌ إِسْقَاطٍ

عَيِّنَةٌ

طَوُقُ عَدْسَةِ المُجَمِّعِ

تُسْحَبُ الإِلِكْتْرُونَاتُ مِنْ ذَرَّاتِ التَّنَجِيسِ بِوَسِيلَةِ مَدْفَعِ الإِلِكْتْرُونِيَّ عِنْدَ نِهَآيَةِ مَيَكْرُوسَكُوبِ النَّفَازِ (مَقَابِلِ عُلْوَى) ثُمَّ يُطْلَقُهَا الْمَدْفَعُ إِلَى أَسْفَلِ أَنْتُوبٍ مُفَرَّغَةٍ مِنَ الْهَوَاءِ نَحْوَ عَيِّنَةٍ مَوْضُوعَةٍ عَلَى مَنَصَّةٍ خَاصَّةٍ (أَعْلَى) . وَتُؤَدَّى سِلْسِلَةٌ مِنَ الْأَطْوَاقِ الْمَغْنَطِيْسِيَّةِ عَمَلَ الْعَدْسَاتِ لِتُجَمِّعَ وَتُرَكِّزَ الشَّعاعَ الإِلِكْتْرُونِيَّ ، فَتَنْتُجُ صُورَةً مُكَبَّرَةً (يَسَارَ) تَسْقُطُ عَلَى لَوْحِ حَسَّاسٍ (فِيلْمٍ) أَوْ عَلَى شَاشَةٍ .

مَا هُوَ رَاسِمُ الطِّيفِ الصَّوْتِيِّ؟

الْمُرَشَّحَاتُ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ الَّتِي تَمَّ تَحْلِيلُهَا إِلَى قُرْصِ مَغْنَاطِيْسِي يُخَزَّنُ تَتَابُعَ الْإِشَارَاتِ لِمَدَّةٍ طَوَّلُهَا ثَانِيَتَانِ . وَيُعَادُ عَزْفُ هَذَا التَّتَابُعِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ لِتَحْرِكَ إِبْرَةَ الْأَعْلَى وَأَسْفَلَ عَلَى وَرَقٍ بَيَاضٍ مُثَبَّتٍ عَلَى أَسْطُوَانَةٍ دَوَّارَةٍ . وَبَعْدَ أَنْ تَدُورَ الْأَسْطُوَانَةُ عِدَّةَ مَرَّاتٍ يَتَّضِحُ شَكْلُ وَشِدَّةِ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ الَّتِي يَتَكَوَّنُ مِنْهَا تَتَابُعُ الصَّوْتِ الْمُسَجَّلِ .

يَكُونُ رَاسِمُ الطِّيفِ الصَّوْتِيِّ صُورَةً لِلْكَلِمَاتِ الْمَنْطُوقَةِ فِي عِدَّةٍ خُطُوطٍ ، وَذَلِكَ بِتَرْجَمَةٍ اهْتِزَازَاتٍ مُوجَاتٍ الصَّوْتِ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْأَشْكَالِ تُسَمَّى الرَّسْمُ الطِّيفِيُّ لِلصَّوْتِ . وَتَبْدَأُ عَمَلِيَّةُ التَّحْوِيلِ عِنْدَمَا يَتَحَدَّثُ شَخْصٌ فِي مَيْكْرُوفُونٍ وَيَتَمَّ تَكْبِيرُ صَوْتِهِ . وَتُمْرُرُ الْإِشَارَةُ بَعْدَ ذَلِكَ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمُرَشَّحَاتِ الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ مُؤَلِّفَةً لِمَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ تَهْتَزُّ عِنْدَ تَرَدُّدَاتٍ مُعَيَّنَةٍ . ثُمَّ تُغْدَى

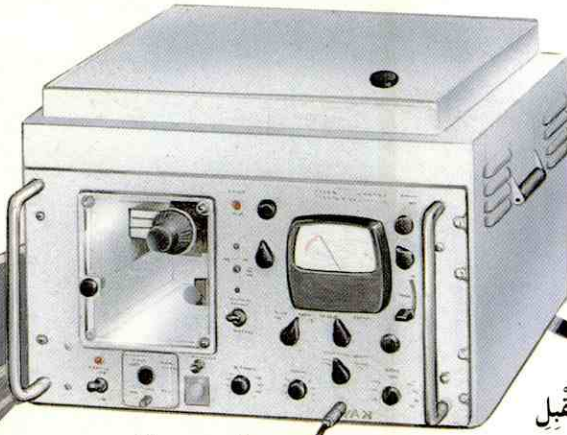
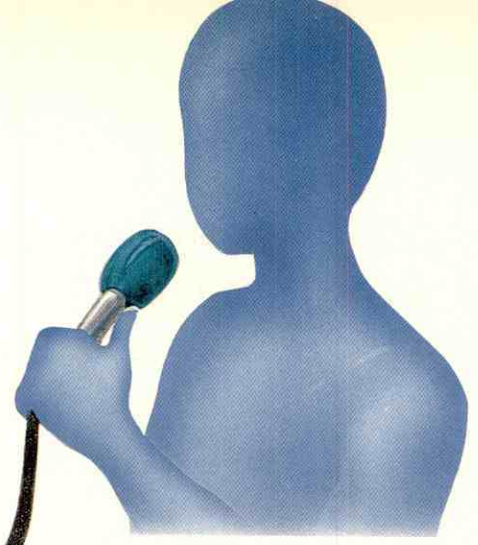
آلةُ تَرْسُمِ الصَّوْتِ بَيَاضًا

أَسْطُوَانَةُ دَوَّارَةٌ

إِبْرَةُ التَّسْجِيلِ

قُرْصُ مَغْنَاطِيْسِي

يَتَكُونُ رَاسِمُ طَيْفِ الصَّوْتِ مِنْ أَجْزَاءَ عَدِيدَةٍ مُتَّصِلَةٍ بَعْضُهَا ، مِنْهَا
وَحْدَةُ التَّكْبِيرِ (أَسْفَلَ) ، وَمَجْمُوعَةٌ مِنَ الْمَرَشَّحَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ ،
وَوَحْدَاتٍ لِلتَّسْجِيلِ وَإِعَادَةِ الْعَرْضِ وَرَسْمِ صَوْتِ الشَّخْصِ بَيَانِيًّا .



مُتَحَكِّمٌ / مُحَلِّلٌ

التَّحَدُّثُ فِي الْمُسْتَقْبَلِ
يَمُرُّ صَوْتُ الشَّخْصِ مِنَ
الْمُسْتَقْبَلِ إِلَى مُكَبِّرِ الصَّوْتِ
(يَسَارَ) .

دَوَائِرُ ذَكِيَّةٍ

تُحَسُّ الْمَرَشَّحَاتُ (أَقْصَى يَسَارَ)
بِالْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ الَّتِي تَهْتَزُّ مِنْ صِفْرِ إِلَى
٨٠٠٠ هِرْتِز (ذَبْدَبَة / ثَانِيَة) وَتُصَنَّفُهَا
حَسَبَ تَرَدُّدَاتِهَا .

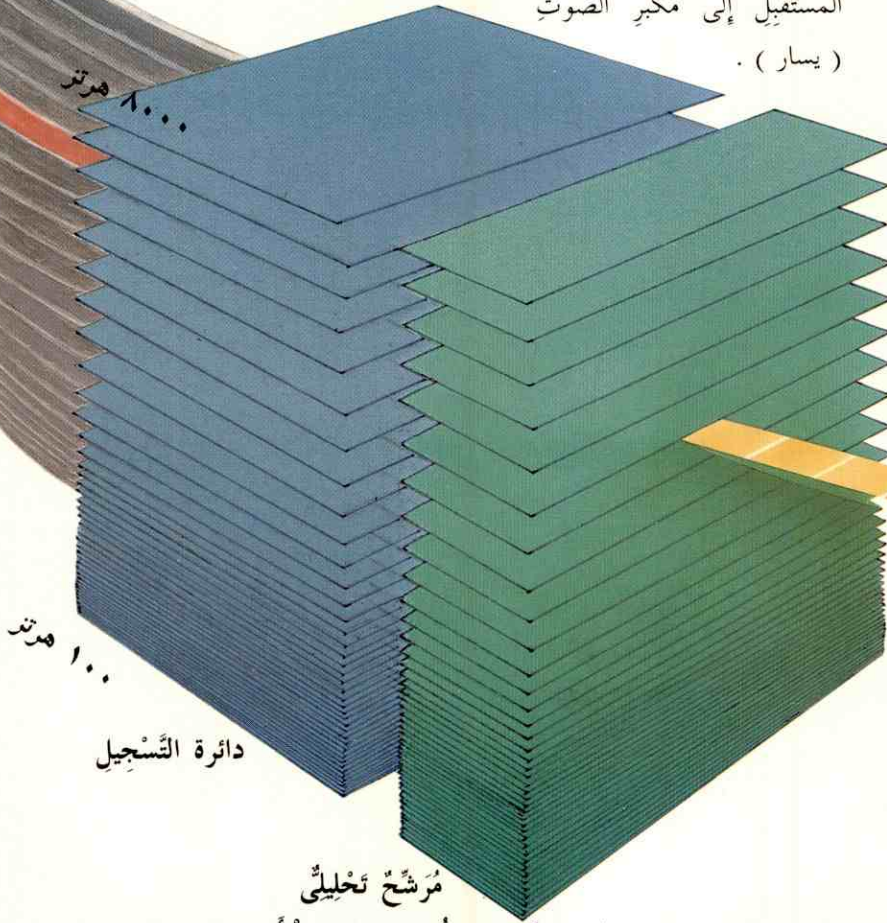
تَقْسِيمُ الْمَوْجَاتِ

يَتِمُّ وَضْعُ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ فِي
مَجْمُوعَاتٍ تَشْمَلُ تَرَدُّدَاتٍ بِأَسَاسٍ يَبْلُغُ
٤٥ أَوْ ٣٠٠ هِرْتِز . وَتُرْسَلُ دَائِرَةُ أُخْرَى
(أَدْنَى يَسَارَ) الْإِشَارَةَ الَّتِي تَمَّ تَحْلِيلُهَا إِلَى
الْقُرْصِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ .

إِشَارَاتُ التَّرَدُّدِ

الْإِبْرَةُ وَالشَّرِيْطَةُ الدَّقِيْقَةُ (الْفِيلْمُ)

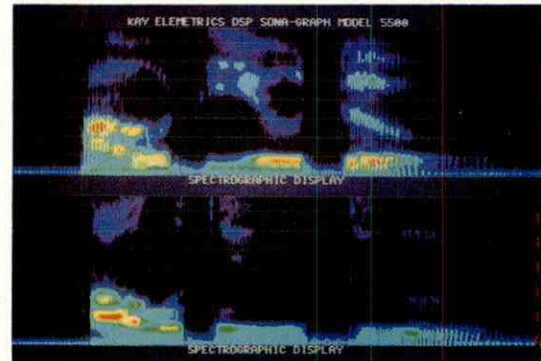
تُسَجَّلُ الْإِبْرَةُ عَلَامَاتٍ عَلَى فِيلْمٍ حَسَّاسٍ
لِلْكَهْرَبَاءِ (يَمِينُ) أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا عَلَى عُمُودِ
التَّسْجِيلِ . وَتُوضَّحُ الْمَسَارَاتُ النَّاتِجَةُ
التَّغْيِيرَاتِ فِي التَّرَدُّدِ وَالشَّدَّةِ .



مُرَشَّحٌ تَحْلِيلِيٌّ

بَصَمَاتُ الصَّوْتِ مِثْلُ بَصَمَاتِ الْأَصَابِعِ

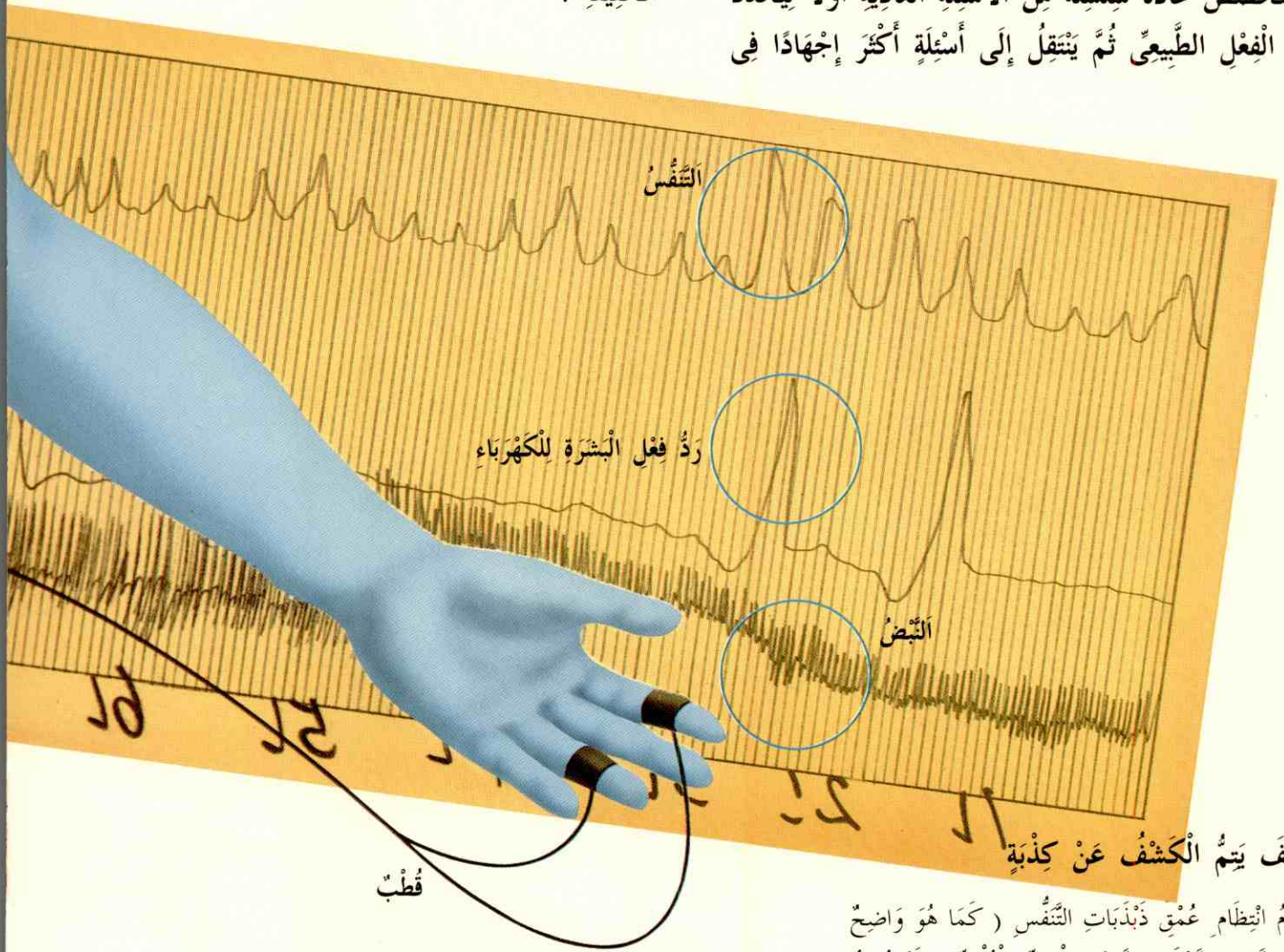
هَذِهِ الْأَطْيَافُ الصَّوْتِيَّةُ الْمَلَوْنَةُ أَتَتْهَا رَاسِمُ طَيْفٍ أَكْثَرَ تَطَوُّرًا مُزَوَّدٌ
بِكُمْبِيُوتَرٍ ، فَيَسْجَلُ الصَّوْتِ رَقْمِيًّا ثُمَّ يُحَلِّلُهُ . وَهِيَ تُبَيِّنُ عِبَارَةً « كَيْفَ
حَالُكَ » ؟ كَمَا يُنْطَقُهَا أَمْرِيْكِي (أَعْلَى) ، وَيَابَانِي (أَسْفَلَ) . وَتُحَدِّدُ
شِدَّةَ الصَّوْتِ بِالْأَلْوَانِ ، فَالْأَحْمَرُ أَشَدُّهَا ، يَلِيهِ الْأَصْفَرُ فَالْأَخْضَرُ
فَالْأَزْرَقُ الْفَاتِحُ فَالْأَزْرَقُ ثُمَّ الْبَيْضُ . وَهَذِهِ الْأَطْيَافُ عَالِيَةُ الدَّقَّةِ
تُسَمَّى بِصَمَةِ الصَّوْتِ وَتُسْتَخْدَمُ لِتَحْدِيدِ الْهُويَّةِ لِأَنَّهَا تَحْتَلِفُ مِنْ
شَخْصٍ لِأَخَرَ .



كَيْفَ يَسْتَطِيعُ جِهَازُ كَشْفِ الْكَذِبِ أَنْ يُحَدِّدَ الْأَكَاذِبَ؟

الإجابة . فَإِذَا كَانَ الشَّخْصُ مُهْتَزًّا وَظَائِفِيًّا — مِثْلَ حَالِهِ عِنْدَمَا يَكْذِبُ — فَإِنَّ الْأَقْطَابَ الصَّغِيرَةَ لِلْمِكْشَافِ تُسَجِّلُ هَذِهِ التَّغْيِرَاتِ . وَرَغْمَ أَنَّ بَعْضَ الشَّخْصِيَّاتِ الْحَدِيدِيَّةِ قَدْ تُحْدِثُ هَذَا الْجِهَازَ ، إِلَّا أَنَّهُ يُسْتَخْدَمُ بِمَعْرِفَةِ الشَّرْطَةِ وَالْمُحَقِّقِينَ الْآخَرِينَ فِي بَعْضِ الْقَضَايَا لِلْوُصُولِ إِلَى الْحَقِيقَةِ .

عِنْدَمَا يَتَحَدَّثُ شَخْصٌ مَا فَقَدْ تَزْدَادُ ضَرْبَاتُ قَلْبِهِ وَيُسْرِعُ تَنَفُّسُهُ لَا إِرَادِيًّا ، كَمَا قَدْ يَزْدَادُ ضَغْطُ دَمِهِ ، وَتَعْرِقُ رَاحَتَا يَدَيْهِ . وَتَرْتَصِدُ الْمِرْسَامَةُ الْمُتَعَدِّدَةُ أَوْ مِكْشَافُ الْكَذِبِ هَذِهِ التَّغْيِرَاتِ الْوُظَائِفِيَّةَ عِنْدَمَا يُجِيبُ الشَّخْصُ عَنْ أَسْئَلَةٍ يُوجَّهُهَا إِلَيْهِ مُتَخَصِّصٌ مُدْرَبٌ . وَيَطْرَحُ الْمُتَخَصِّصُ عَادَةً سِلْسِلَةً مِنْ الْأَسْئَلَةِ الْعَادِيَّةِ أَوَّلًا لِيُحَدِّدَ رَدَّ الْفَعْلِ الطَّبِيعِيِّ ثُمَّ يَنْتَقِلُ إِلَى أَسْئَلَةٍ أَكْثَرَ إِجْهَادًا فِي

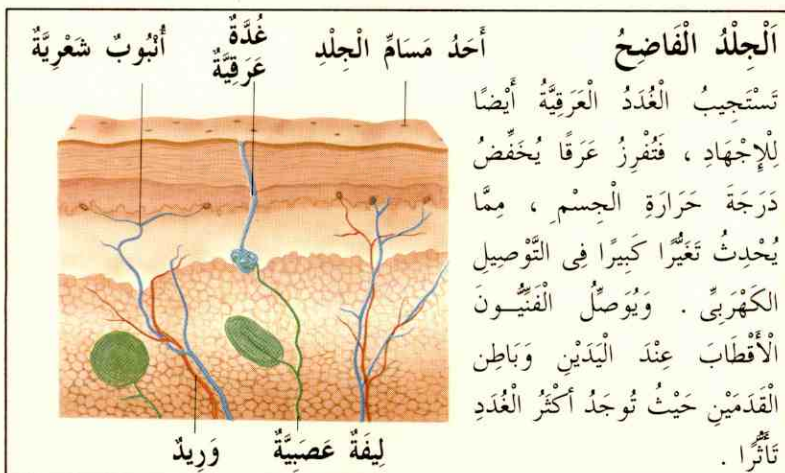


كَيْفَ يَتِمُّ الْكَشْفُ عَنْ كَذِبَةٍ

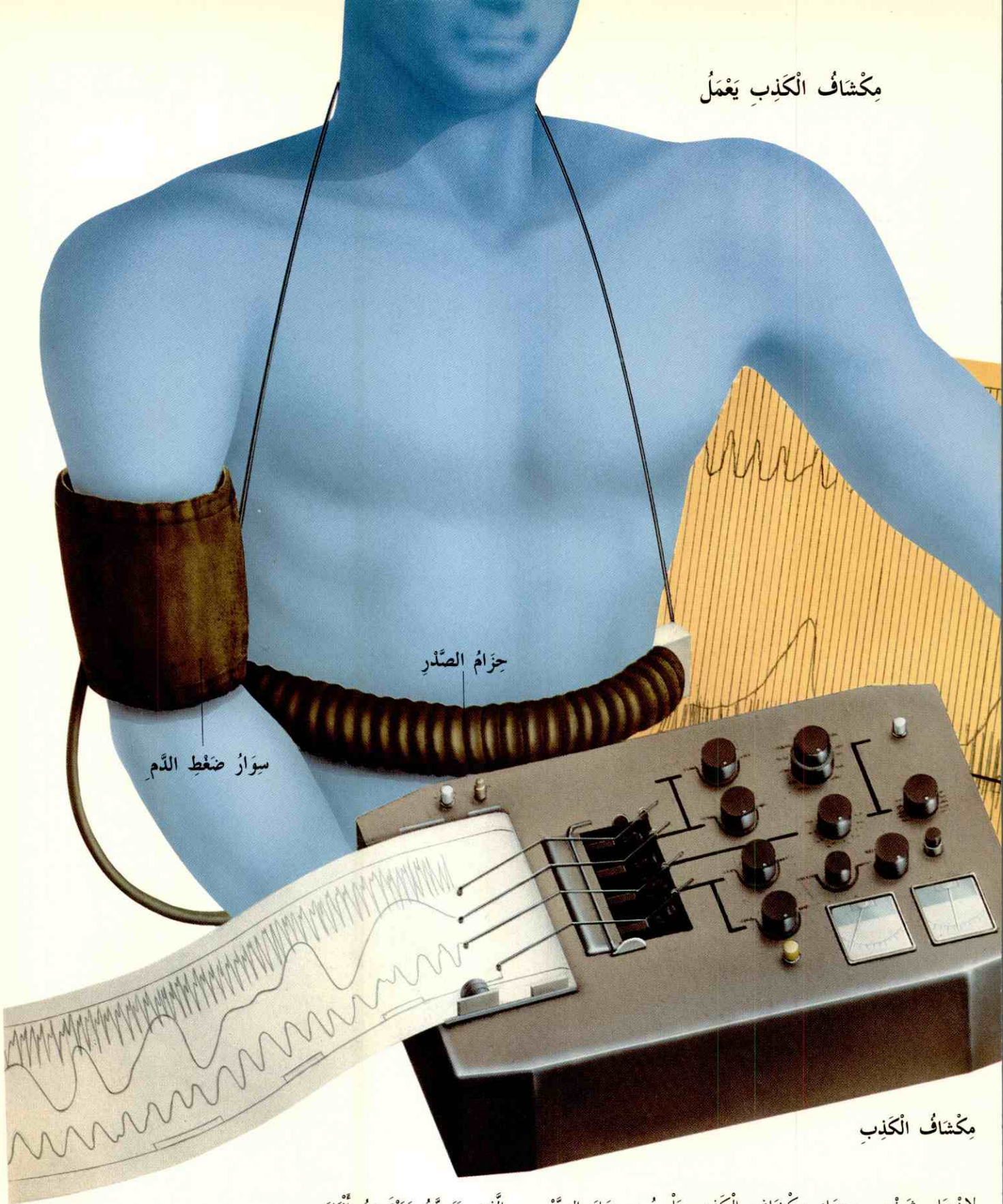
عَدَمُ انْتِظَامِ عُمُقِ دَبْذَبَاتِ التَّنَفُّسِ (كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي الدَّائِرَةِ الزَّرْقَاءِ بِالرَّسْمِ الْبَيَانِيِّ الْعُلَوِيِّ) قَدْ يُشِيرُ إِلَى التَّوَثُّرِ وَاحْتِمَالِ الْكَذِبِ .

يَكُونُ الرَّسْمُ الْبَيَانِيُّ لِرَدِّ فِعْلِ بَشَرَةِ شَخْصٍ هَادِيٍّ لِلْكَهْرَبَاءِ ثَابِتًا ، وَلَكِنَّهُ يَضْطَرِبُ فِي حَالَةِ الْكَذِبِ (أَعْلَى وَسَطَ) .

يُؤَدِّي الْإِجْهَادُ إِلَى انْقِبَاضِ الْأَوْعِيَةِ الدَّمَوِيَّةِ فَيَرْتَفِعُ ضَغْطُ الدَّمِ وَيَزْدَادُ مُعَدَّلُ ضَرْبَاتِ الْقَلْبِ . وَيُظْهِرُ هَذَا التَّأْثِيرُ عَلَى صَوْرَةِ زِيَادَةٍ فِي مَوْجَةِ التَّبَضُّ (أَعْلَى سَفْلَى) .



مَكْشَافُ الْكَذِبِ يَعْمَلُ



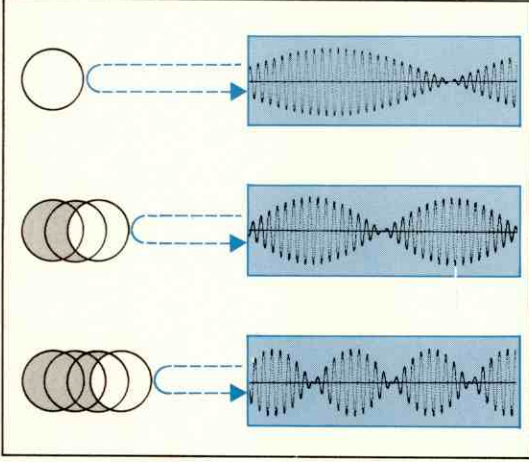
مَكْشَافُ الْكَذِبِ

لِاخْتِبَارِ شَخْصٍ بِجِهَازِ مَكْشَافِ الْكَذِبِ يَلْبَسُ : جَزَامُ الصَّدْرِ — الَّذِي يَتَمَدَّدُ وَيَنْقَبِضُ اثناءَ تَنَفُّسِهِ — ، وَسِوَارُ ضَغْطِ الدَّمِ ، وَأَقْطَابًا عَلَى أَصَابِعِهِ . وَتَتَقَبَّلُ الْقَرَاءَاتُ مِنْ هَذِهِ الْأَجْهَازَةِ إِلَى رِيشَاتٍ مَوْجُودَةٍ بِالْمَكْشَافِ (أَعْلَى) تُحْدِثُ رُسُومَاتٍ مُتَّصِلَةً تُوضِّحُ مُعَدَّلَ التَّنَفُّسِ ، وَمُعَدَّلَ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ ، وَرَدَّ فِعْلِ الْبَشَرَةِ لِلْكَهْرَبَاءِ الَّذِي يَقِيسُ الْخَصَائِصَ الْكَهْرَبِيَّةَ لِلْجِلْدِ . وَعِنْدَمَا يَكُونُ الشَّخْصُ مُتَوَجِّهًا ، يَظْهَرُ رَدُّ فِعْلِهِ عَلَى شَكْلِ نُتُوءَاتٍ فِي الْمَوْجَاتِ كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي الصَّفْحَةِ الْمُقَابِلَةِ . وَيَتَعَلَّمُ الْمُتَخَصِّصُونَ الْمَدْرَبُونَ كَيْفَ يُحَدِّدُونَ الرُّسُومَاتِ الَّتِي تُحَدِّدُ الْمَوْضُوعَ الْمُحْتَمَلُ لِلْكَذِبِ .

كَيْفَ تُسَجِّلُ مُسَدَّسَاتُ السَّرْعَةِ سُرْعَاتِ الْكُرَاتِ؟

قِرَاءَةُ أَشْكَالِ التَّدَاخُلِ

تَرْتَدُّ الْمَوْجَاتُ عَنِ الْكُرَةِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ ، فَتُحْدِثُ أَشْكَالًا فَرِيدَةً مِنَ التَّدَاخُلِ .



مُسَدَّسُ السَّرْعَةِ يَقِيسُ سُرْعَةَ قَذْفِ كُرَةٍ بِتَسْجِيلِ إِزَاحَةِ دُوْبْلَرٍ لِلْمَوْجَاتِ الْقَصِيرَةِ جِدًّا الْمُرْتَدَّةِ عَنِ الْكُرَةِ أَثْنَاءَ انْطِلَاقِهَا فِي الْهَوَاءِ . وَقَدْ سُمِّيَ تَأْثِيرُ دُوْبْلَرٍ بِاسْمِ الْعَالِمِ الْفِيزِيَايِيِّ التَّمَسَاوِيِّ الَّذِي كَانَ أَوَّلَ مَنْ وَصَفَهُ عَامَ ١٨٤٢ ، وَتَحْدِثُ إِزَاحَةُ دُوْبْلَرٍ عِنْدَمَا تَتَغَيَّرُ الْمَسَافَةُ بِتَغْيِيرِ الزَّمَنِ بَيْنَ مُرَاقِبٍ وَبَيْنَ جِسْمٍ مُتَحَرِّكِ يُصْدِرُ حَرَكَاتٍ مَوْجِيَّةً . فَإِذَا اقْتَرَبَ الْمَصْدَرُ مِنَ الْمُرَاقِبِ اِرْتَدَّادُ تَرْدُدِ الْمَوْجَاتِ ، وَإِذَا ابْتَعَدَ الْمَصْدَرُ عَنِ الْمُرَاقِبِ انْخَفَضَ تَرْدُدُ الْمَوْجَاتِ . وَلِذَلِكَ فَإِنْ نَبْرَةَ صَوْتِ نَفِيرِ الْعَرَبَةِ الْمُنتَظِمِ يَبْدُو كَأَنَّهَا تَرْتَفِعُ عِنْدَ اقْتِرَابِ السَّيَّارَةِ ، وَكَأَنَّهَا تُنْخَفِضُ بِابْتِعَادِهَا .

وَيُزَوِّدُ مُسَدَّسُ السَّرْعَةِ بِجِهَازِ اسْتِقْبَالٍ وَدَائِرَةِ شَبِيهِةٍ بِكُمِّيُوتَرٍ صَغِيرٍ تَقُومُ مَعًا بِتَحْلِيلِ أَشْكَالِ التَّدَاخُلِ النَّاتِجَةِ عَنْ تَقَابُلِ الْمَوْجَاتِ الْقَصِيرَةِ الْمَتَّجِهَةِ نَحْوَ الْكُرَةِ مَعَ الْمَوْجَاتِ الْمُرْتَدَّةِ عَنْهَا . وَيَحْسِبُ الْكُمِّيُوتَرُ مِنْ شَكْلِ التَّدَاخُلِ مَقْدَارَ إِزَاحَةِ دُوْبْلَرٍ ، وَبِالتَّالِي سُرْعَةَ الْكُرَةِ . وَتَعْمَلُ مُسَدَّسَاتُ الرَّادَارِ الَّتِي يَحْمِلُهَا رِجَالُ الْمُرُورِ بِطَرِيقَةٍ مُمَاثِلَةٍ .

مُسَدَّسُ سُرْعَةٍ يُحْمَلُ بِالْيَدِ

هَوَائِي

مُجَسُّ إِزَاحَةِ دُوْبْلَرٍ

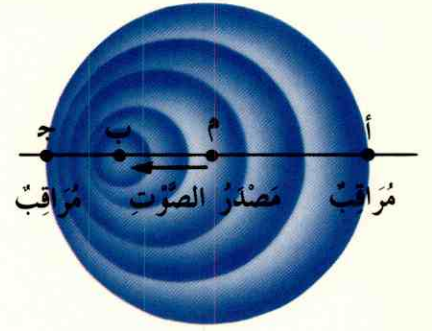
وَحْدَةُ التَّحْكُمِ الْمَرْكَزِيَّةِ CPU

يَعْمَلُ مُسَدَّسُ السَّرْعَةِ الْمَحْمُولُ بِالْيَدِ بِوَسِيطَةِ زِنَادٍ عَلَى مِقْبَضِهِ ، فَيَسْلُطُ إِشَارَةً لَاسَلِكِيَّةً مَوْجِيَّةً قَصِيرَةً جِدًّا عَلَى كُرَةٍ فِي طَرِيقِهَا إِلَى الْإِنْطِلَاقِ . فَتُظْهِرُ عَلَى الْفُورِ سُرْعَةَ الْكُرَةِ عَلَى شَاشَةِ رَقْمِيَّةٍ .

مِفْتَاحُ التَّشْغِيلِ وَالْعَلْقِ

تأثير دوبلر

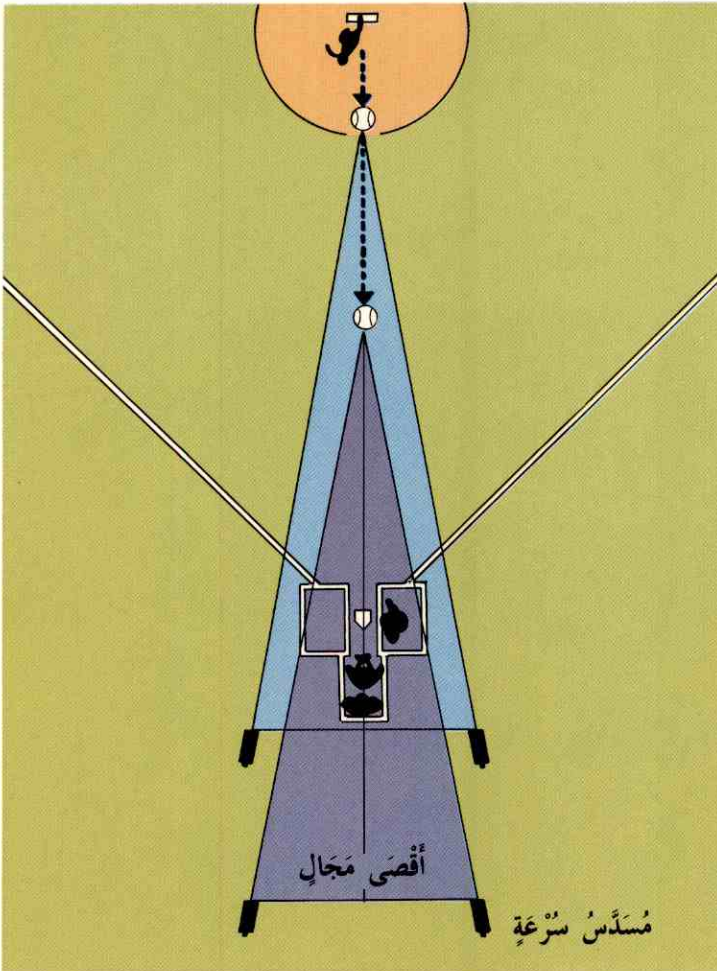
تَرَدُّدُ الْمَوْجَةِ الْمُتَحَرِّكَةِ مِنْ
م إِلَى ب ، يَبْدُو لِمُرَاقِبٍ عِنْدَ
أ أَقْلَ مِنْهُ لِمُرَاقِبٍ عِنْدَ ج .
وَيَحْدُثُ هَذَا التَّأْثِيرُ لِجَمِيعِ
أَنْوَاعِ الْمَوْجَاتِ بِمَا فِيهَا
الصَّوْتِيَّةُ وَالصَّوْتِيَّةُ .



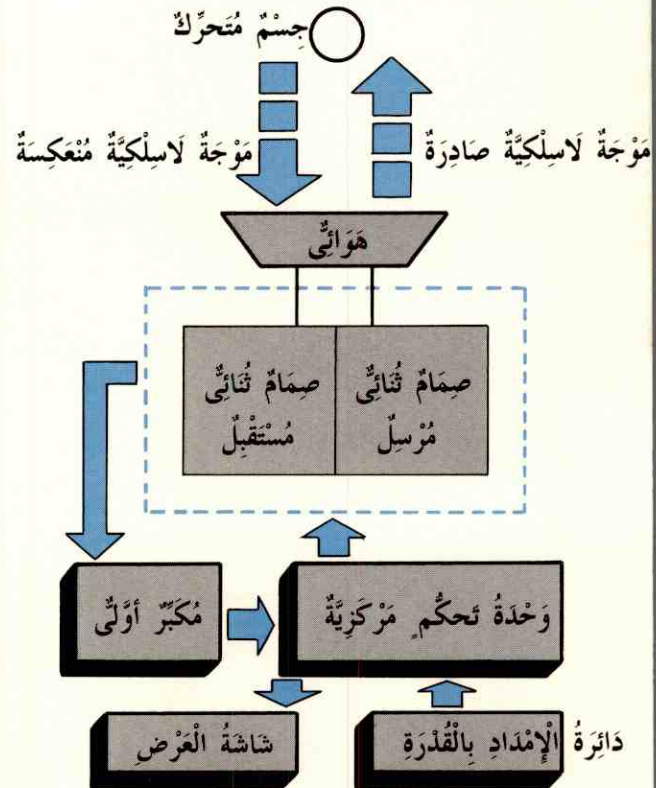
مَوْجَةٌ تَدَاخُلُ

مَجَالُ إِطْلَاقِ النَّارِ

يُمْكِنُ لِمَسَدَّسَاتِ السَّرْعَةِ أَنْ تَقْيَسَ سُرْعَةَ الْأَجْسَامِ الْمُتَحَرِّكَةِ لِمَسَافَةٍ حَوَالَى
٢٠٠ قَدَمٍ بِسُرْعَاتٍ بَيْنَ صِفْرِ ، ١٩٩ مِيلًا / سَاعَةٍ . وَتُؤَخَذُ الْقَرَاءَاتُ
مَرَّةً كُلَّ ثَانِيَةٍ تَقْرِيبًا فِي أَى مَوْضِعٍ فِي الْمَجَالِ الْمُخَرُوطِي لِلْإِشْعَةِ كَمَا
هُوَ وَاضِحٌ بِأَسْفَلِ .



كَيْفِيَّةُ عَمَلِ الدَّائِرَةِ



يُرْسِلُ صِمَامٌ ثَانِي مَوْجَاتٍ قَصِيرَةً جِدًّا خِلَالَ الْهَوَائِي
الَّذِي يَلْتَقِطُ أَيْضًا الْمَوْجَاتِ الْمُرْتَدَّةَ وَيُعْطِيهَا إِلَى
صِمَامٍ ثَانِي آخَرَ . وَيَكْبُرُ جِهَازُ التَّكْبِيرِ الْأَوَّلِي
الإِشَارَةَ ، ثُمَّ تُحَلَّلُهَا وَحْدَةُ التَّحْكُمِ الْمَرْكَزِيَّةُ
وَتُعْرَضُ النَّتَائِجُ عَلَى الشَّاشَةِ .

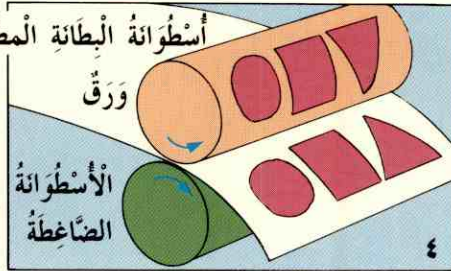
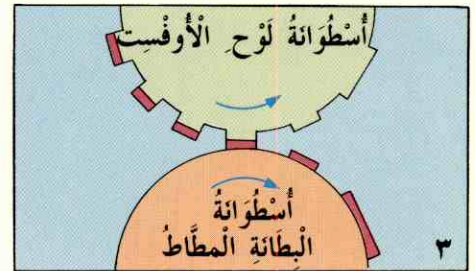
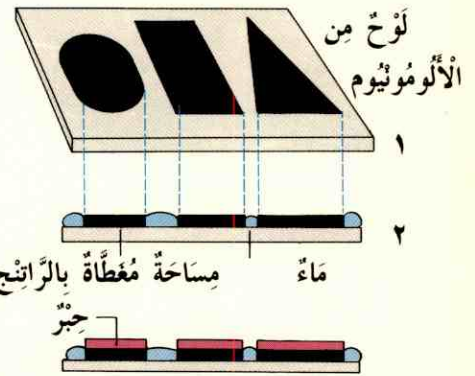
كَيْفَ تَتِمُّ الطَّبَاعَةُ الْحَدِيثَةُ؟

اِنتِشَارًا الْيَوْمَ - فَهِيَ تَسْتَعْدِمُ لَوْحًا مَعْدِنِيًّا يُعَالَجُ خَصِيصًا لِكَيْ تَلْتَقِطَ أَجْزَاءَ مُعَيَّنَةٍ مِنْهُ فَقَطُّ الْحَبْرَ ، وَتَطْرُدُهُ الْأَجْزَاءُ الْأُخْرَى . وَأَفْضَلُ نَوْعٍ لِلطَّبَاعَةِ الْحَجَرِيَّةِ الْأَوْفَسْتِ ، وَفِيهِ يَتِمُّ ضَعْفُ اللَّوْحِ الْمَعْدِنِيِّ عَلَى لَوْحٍ مِنَ الْمَطَّاطِ (الْبَطَانَةِ) مَوْضُوعٍ عَلَى أُسْطُوَانَةٍ دَوَّارَةٍ يُوضَعُ أَسْفَلُهَا الْوَرَقُ الْمُقَطَّعُ إِلَى أَفْرَحٍ أَوْ الْمُتَّصِلُ (الْمِلْفُ) لِيَسْتَقْبِلَ الْحَبْرَ عِنْدَ ضَعْفِهِ عَلَيْهَا . وَيَنْتُجُ عَنْهَا طَبَاعَةٌ وَاضِحَةٌ ذَاتُ أَحْرُفٍ وَصُورٍ عَالِيَةِ الْجُودَةِ ، وَلَكِنْ خُرُوفِ الطَّبَاعَةِ الْمُجَسِّمَةِ أَوْضَحُ ، وَدَرَجَاتُ اللَّوْنِ وَالظَّلَالِ فِي الطَّبَاعَةِ الْغَائِرَةِ أَفْضَلُ .

طَرِيقَةُ الْأَوْفَسْتِ

تُسْتَعْدِمُ ثَلَاثَ طُرُقٍ رَئِيسِيَّةٍ لَطَبَاعَةِ الصُّورِ وَالْحُرُوفِ عَلَى الصَّفَحَاتِ ، هِيَ : الطَّبَاعَةُ الْبَارِزَةُ ، وَالطَّبَاعَةُ الْغَائِرَةُ ، وَالطَّبَاعَةُ الْحَجَرِيَّةُ . وَلِكُلِّ طَرِيقَةٍ مُخْتَلِفَةٌ لِتَحْضِيرِ اللَّوْحِ الْمُوَرَّعِ لِلْحَبْرِ . وَتَعْتَمِدُ الطَّبَاعَةُ الْبَارِزَةُ عَلَى حَفْرِ أُسْطُحٍ بَارِزَةٍ تَحْمِلُ الْحَبْرَ ، وَيَتِمُّ إِبْرَازُهَا إِمَّا آليًّا أَوْ بِاسْتِخْدَامِ الْكِيمَاوِيَّاتِ . وَالطَّبَاعَةُ الْغَائِرَةُ عَكْسُ الْعَمَلِيَّةِ السَّابِقَةِ ، فَهِيَ تَعْتَمِدُ عَلَى الْحَفْرِ عَلَى لَوْحٍ مَعْدِنِيٍّ يَضُمُّ كُلَّ الْمِسَاحَاتِ الَّتِي سَتَتِمُّ طَبَاعَتُهَا . أَمَّا الطَّبَاعَةُ الْحَجَرِيَّةُ - وَهِيَ الْأَكْثَرُ

يُطَبَّقُ لَوْحٌ مِنَ الْأَلُومُونِيُومِ حَسَّاسٌ لِلضَّوْءِ (١) عَلَى صُورَةٍ سَلْبِيَّةٍ (نِيجَاتِيف) لِلصَّفْحَةِ الْمَرَادِ طَبْعُهَا ثُمَّ يُعْرَضُ اللَّوْحُ لِلضَّوْءِ وَيُشْطَفُ فَيَصْبِحُ مُحْمَلًا بِمِسَاحَاتٍ تَطْرُدُ الْمَاءَ وَلَكِنَّهَا تَقْبَلُ الْحَبْرَ ، وَهِيَ الْمَغْطَاةُ بِالرَّاتِنْجِ (٢) . ثُمَّ يُرَكَّبُ اللَّوْحُ عَلَى أُسْطُوَانَةٍ حَيْثُ يُمَرَّرُ حَبْرُهُ إِلَى بَطَانَةٍ مِنَ الْمَطَّاطِ (٣) تَنْقُلُ الْحَبْرَ سَرِيعَ الْجَفَافِ إِلَى الْوَرَقِ الْمُحْكَمِ الْمُسَمَّى الْمِلْفِ (٤) .



الطَّبَاعَةُ بِأَرْبَعَةِ أَلْوَانٍ

لِلْحُصُولِ عَلَى صُورٍ طَبِيعِيَّةٍ الْأَلْوَانِ ، يُقَسَّمُ الطَّبَاغُونَ الصُّورَ إِلَى أَرْبَعَةِ أَلْوَانٍ رَئِيسِيَّةٍ : الْأَزْرَقُ الدَّاكِنُ ، وَالْأَصْفَرُ ، وَالْأَحْمَرُ الْأَرْجَوَانِيُّ ، وَالْأَسْوَدُ . وَتَوْضُوعُ الْأَلْوَانِ الْأَرْبَعَةِ عَلَى شَكْلِ نَقْطٍ صَغِيرَةٍ يَخْتَلِفُ حَجْمُهَا طَبَقًا لِتَفَاصِيلِ الصُّورَةِ . وَيُوزَنُ عَمَالُ الطَّبَاعَةِ بَيْنَ الْأَلْوَانِ بِدِقَّةٍ لِلْحُصُولِ عَلَى صُورَةٍ حَيَّةٍ مِثْلَ تِلْكَ الَّتِي عَلَى أَقْصَى الْيَسَارِ .



لَوْحٌ أَصْفَرُ



لَوْحٌ أَزْرَقُ دَاكِنٌ



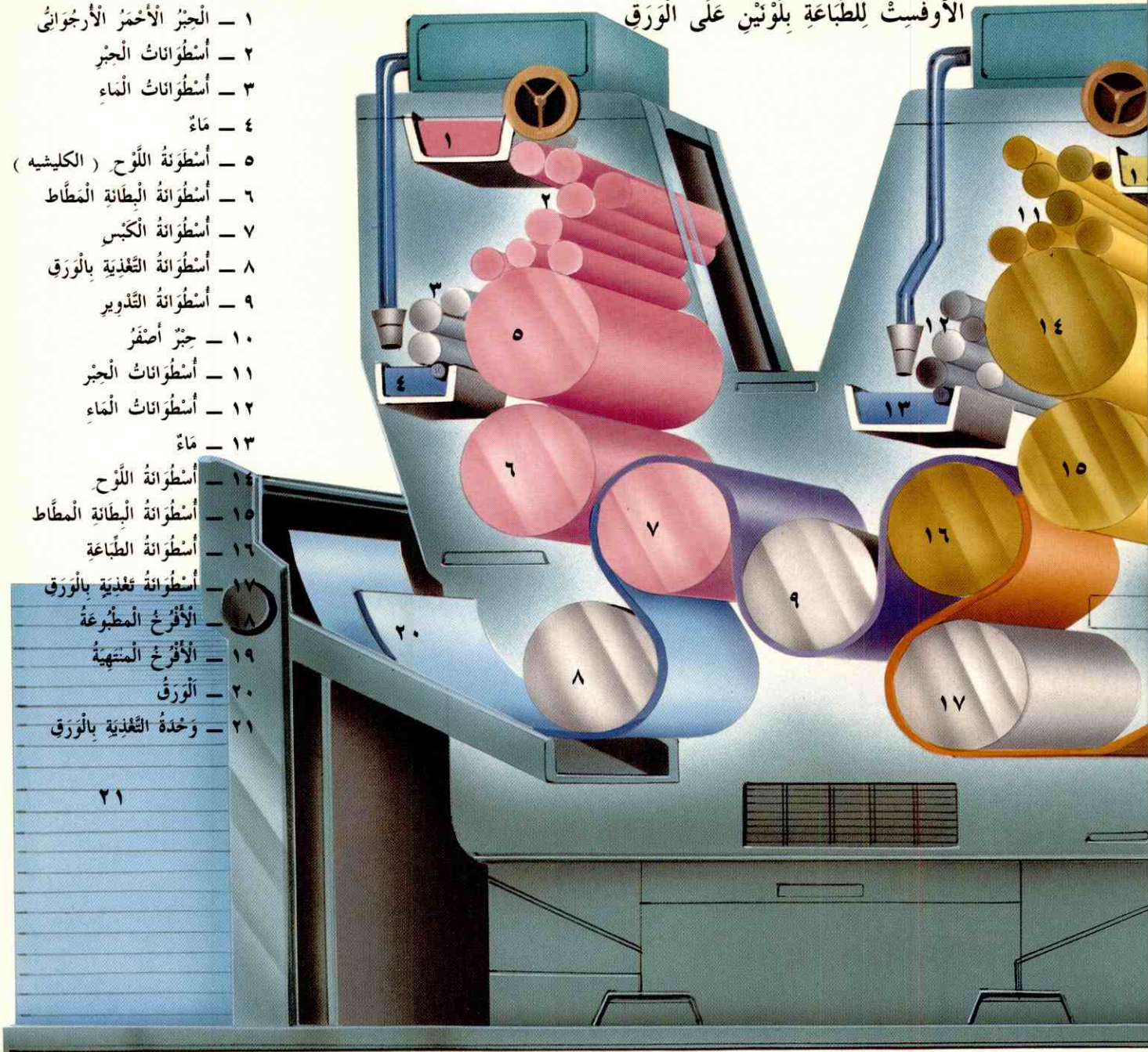
لَوْحٌ أَسْوَدُ



لَوْحٌ أَحْمَرُ أَرْجَوَانِيٌّ

الأوفست للطباعة بلونين على الورق

- ١ - الجبر الأحمر الأرجواني
- ٢ - أسطوانة الجبر
- ٣ - أسطوانة الماء
- ٤ - ماء
- ٥ - أسطوانة اللوح (الكليشه)
- ٦ - أسطوانة البطانة المطاط
- ٧ - أسطوانة الكبس
- ٨ - أسطوانة التغذية بالورق
- ٩ - أسطوانة التدوير
- ١٠ - جبر أصفر
- ١١ - أسطوانة الجبر
- ١٢ - أسطوانة الماء
- ١٣ - ماء
- ١٤ - أسطوانة اللوح
- ١٥ - أسطوانة البطانة المطاط
- ١٦ - أسطوانة الطباعة
- ١٧ - أسطوانة تغذية بالورق
- ١٨ - الأفراخ المطبوعة
- ١٩ - الأفراخ المنتهية
- ٢٠ - الورق
- ٢١ - وحدة التغذية بالورق



إن دورة واحدة داخل آلة الطباعة السريعة هذه ، تنتج طباعة ذات لونين . للطباعة بأربعة ألوان ، يُغيّر الطباعة الجبر ثم يعيدون الطبع .

الطباعة الغائرة

الأسطوانة الصاغطة



يتم حفر الأجزاء التي ستحمل الجبر على سطح اللوح . وبينما تدور الأسطوانة يكشط سيكين — يسمى شفرة الطيب — الجبر الزائد على سطح اللوح ، وينقل الجبر الموجود بالتجاويف بواسطة ضغط عالٍ على الملف .

أسطوانة الجبر



الطباعة البارزة

وهي رائدة أساليب الطباعة الحديثة ، وتعتمد على مساحات بارزة تحمل الجبر . ويحتاج تجهيز هذا النوع من الألواح إلى عمالة أكبر عددًا وتكلفة أكثر من الطباعة الغائرة أو الأوفست .

كَيْفَ تَعْمَلُ أَجْهَزَةُ الْكَشْفِ عَنِ الْمَعَادِنِ؟

يُستَخدَمُ جِهَازُ الْكَشْفِ عَنِ الْمَعَادِنِ فِي بَوَابَاتِ أَمْنِ الْمَطَارَاتِ ، وَمَكَانِسِ الْبَحْثِ عَنِ الْعُمَلَاتِ أَوِ الْمَجُوهَرَاتِ الْمَفْقُودَةِ عَلَى الشَّوْاطِئِ ، وَمَفَاتِيحِ إِشَارَاتِ الْمُرُورِ ، وَفُتَحَاتِ الْعَمَلَةِ فِي آلَاتِ الْبَيْعِ . وَتَعْتَمِدُ كُلُّهَا عَلَى حَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ هِيَ أَنَّ مُرُورَ قِطْعَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ دَاخِلَ مَجَالِ مَغْنَاطِيْسِي قُوَى يُغَيِّرُ خَاصِيَّةً أَوْ أَكْثَرَ مِنْ خَوَاصِهَا الطَّبِيعِيَّةِ بِطَرِيقَةٍ يُمَكِّنُ التَّقَاطُفَهَا بِوَاسِطَةِ مُجَسِّ . وَيُوجَدُ بِكُلِّ جِهَازٍ غُنْصُرٌ إِرْسَالٍ يُؤَلِّدُ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّ ، وَغُنْصُرٌ اسْتِقْبَالٍ لِتَحْوِيلِ التَّغْيِيرِ الطَّبِيعِيِّ الْثَانَوِيِّ إِلَى إِشَارَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ تُسَجَّلُ عَلَى قُرْصٍ مُدْرَجٍ أَوْ تُصْدَرُ إِذْذَارًا صَوْتِيًّا . وَأَبْسَطُ أَنْوَاعِ هَذِهِ الْأَجْهَزَةِ يُؤَلِّدُ ثِيَارًا كَهْرَبِيًّا يَمُرُّ فِي

مِلْفٍ مِنَ السِّلْكِ ، فَيُؤَلِّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيْسِيًّا . وَعِنْدَمَا يَمُرُّ الْمِلْفُ فَوْقَ قِطْعَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ ، يَكُونُ الْمَعْدِنُ بِالتَّأْثِيرِ مَجَالًا مَغْنَاطِيْسِيًّا آخَرَ يَتَدَاخَلُ مَعَ الْمَجَالِ الْأَوَّلِ ، فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ التَّيَّارِ الْمَارِّ فِي الْمِلْفِ . وَتَلْتَقِطُ دَائِرَةُ الْمُجَسِّ هَذَا الْإِنْعِكَاسَ . أَمَّا الْكَاشِفَاتُ الْأَكْثَرُ تَعْقِيدًا الَّتِي تُعْرَضُ عَلَى شَاشَةِ الْأَسْلِحَةِ الْمُحَبَّاةِ أَوْ الْقَنَابِلِ أَوْ أَجْزَاءِ مَعْدِنِيَّةٍ مُلَوَّنَةٍ لِلطَّعَامِ أَوْ لُبِّ الْوَرَقِ أَوِ الْبِلَاسْتِكِ الْخَامِ ، فَقَدْ تَحْوِي مِلْفَاتٍ إِضَافِيَّةً وَشَذَرَاتٍ حَاسِبِيَّةً تُقَوِّي حَسَاسِيَّتَهَا .

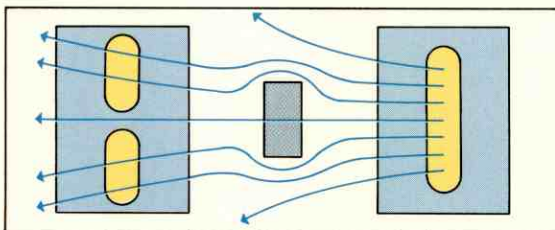


صُنْدُوقُ التَّحْكَمِ

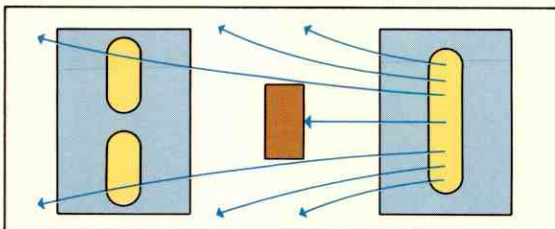
يَضْبِطُ رِجَالُ الْأَمْنِ مَدَى حَسَاسِيَّةِ صُنْدُوقِ التَّحْكَمِ (أَعْلَى) لِلتَّأَكُّدِ مِنْ أَنَّ الْإِذْذَارَ يَصْدُرُ فَقَطْ عِنْدَ وُجُودِ كَمِيَّةٍ غَيْرِ مُعْتَادَةٍ مِنَ الْمَعْدِنِ .

رَدًّا فِعْلَيْنِ مَغْنَاطِيْسِيَّيْنِ

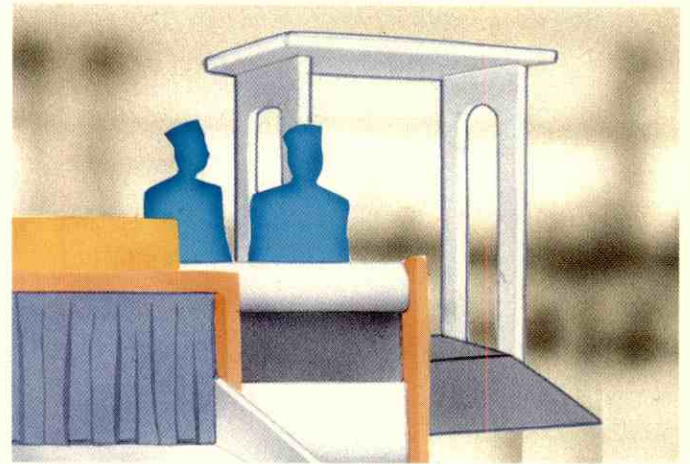
الْمَعَادِنُ سَهْلَةُ التَّمَعُّطِ مِثْلُ النَّيْكِلِ وَالْحَدِيدِ وَغَيْرِهَا تُقَوِّي الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّ (تَحْتَ) بَيْنَمَا لَا تَفْعَلُ ذَلِكَ (أَسْفَلَ) الْمَعَادِنُ الْأَقْلَى تَمَعُّطًا مِثْلُ النُّحَاسِ وَالْأَلُومِينِيَّومِ وَغَيْرِهَا .



يَجْدِبُ النَّيْكِلُ أَوِ الْحَدِيدُ خُطُوطَ الْقُوَى الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ .



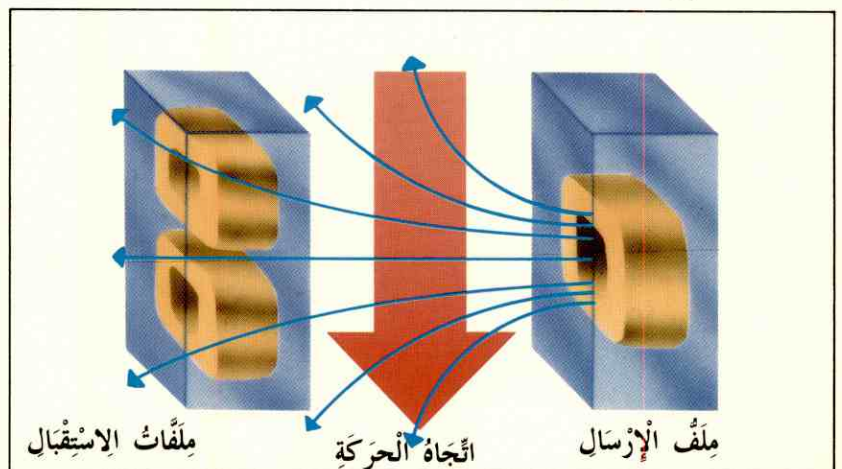
يَطْرُدُ النُّحَاسُ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّ .



مُسَافِرٌ يَتَأَهَّبُ لِدُخُولِ بَوَابَةِ الْأَمْنِ بِالْمَطَارِ .

قِيَاسُ الْمَجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ

عِنْدَمَا يَمُرُّ جِسْمٌ مَعْدِنِيٌّ خِلَالَ بَوَابَةِ الْأَمْنِ (أَسْفَلَ) ، يَزْدَادُ تَدْفُقُ أَوْ قُوَّةُ وَمَدَى الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّ وَهَذِهِ الزِّيَادَةُ تُصَاحِبُهَا زِيَادَةُ فِي جُهْدِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ الْمَارِّ فِي مِلْفَاتِ الْمُسْتَقْبَلِ ، فَيَنْطَلِقُ إِذْذَارٌ .



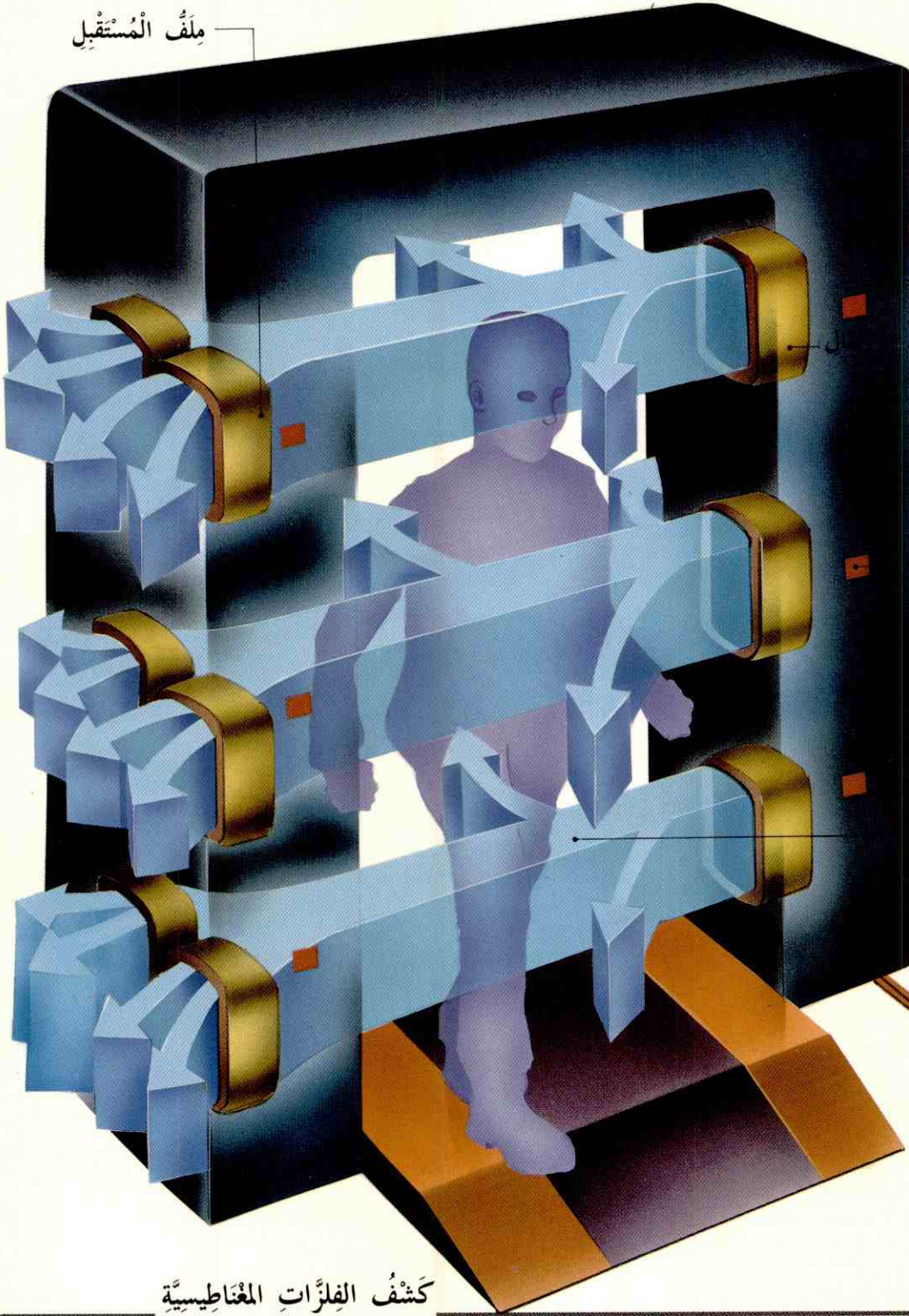
مركز التفيش الأمني

تستعين المطارات والأبنية الإدارية ببوابات مثل هذه لاكتشاف المُسدسات والأسلحة الأخرى المُخبأة. فتُمسح مجموعة من الملفات جسم الشخص وتُطلق إنذاراً في حالة وجود كمية غير طبيعية ملف من المعادن، والتي قد تُنبئ عن وجود أسلحة.

مصباح الكاشف

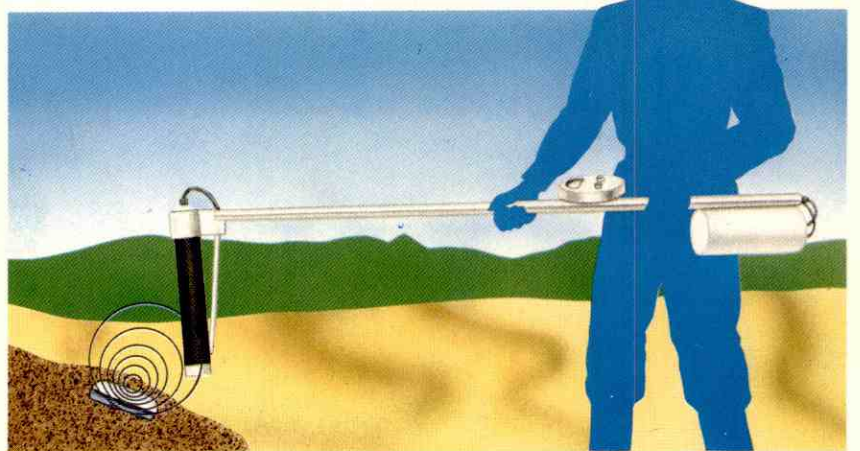
خطوط قوى مغناطيسية

ملف المستقبل



كشف الفلزات المغناطيسية

تتمتع الفلزات المغناطيسية بسهولة عند تعرضها لمجال مغناطيسي، ومنها النيكل والحديد والكوبلت. ويكشف الكاشف الخاص للمعادن (يمين) عن المعادن المدفونة من هذا النوع. والمجالات المغناطيسية في ملف الكاشف يلغى كل منهما الآخر إلى أن يتعرض لجسم معدني. فينتج عن المجال المغناطيسي بالتأثير في الجسم المعدني - تيار كهربائي ضعيف يمر من المستقبل إلى الدائرة الكهربائية للكاشف.



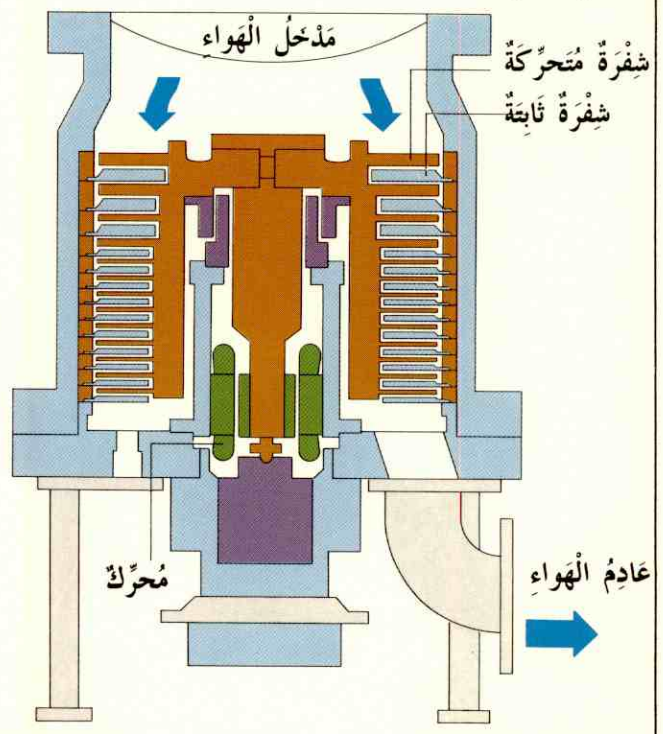
مِصْحَةٌ جُزْئِيَّةٌ تَوْرِيْنِيَّةٌ

تَحْتَاجُ الْعُلُومُ وَالتَّقْنِيَّاتُ الْحَدِيثَةُ إِلَى الْفَرَاغِ لِأَنَّهُ أَسَاسِيٌّ لِلْأَدَاءِ
الصَّحِيحِ لِبَعْضِ الْمُعَدَّاتِ وَفِي بَعْضِ التَّجَارِبِ . وَلِلْأَحْدَاثِ
فَرَاغٌ ، يَسْحَبُ الْفَيَّيُونَ كُلَّ الْمَادَّةِ الْمَوْجُودَةِ دَاخِلَ أَى حَيْزٍ مُغْلَقٍ
مِثْلِ صِمَامٍ أَوْ حُجْرَةٍ . وَتُعْتَبَرُ مِصْحَاحَاتُ التَّفْرِيعِ أَدَوَاتٍ بَارِعَةً
لِتَفْرِيعِ الْغَازَاتِ — عَادَةً الْهَوَاءَ — بِطَرِيقِ آلِيَّةٍ أَوْ كِيمَاوِيَّةٍ . وَفِي
مِصْحَاحَاتِ التَّفْرِيعِ الَّتِي تَعْمَلُ بِالزَّيْتِ ، تُضْعَفُ الْغَازَاتُ بِوَاسِطَةِ
جُزْءٍ دَوَّارٍ ثُمَّ تُطْرَدُ خِلَالَ صِمَامٍ الْعَادِمِ . أَمَّا الْمِصْحَاحَاتُ الَّتِي
تَعْمَلُ بِنَشْرِ الْبُحَارِ ، فَتَوْدَى نَفْسَ الْعَمَلِ دُونَ اسْتِخْدَامِ أَجْزَاءٍ
مُتَحَرِّكَةٍ . فَفِيهَا تُدْفَعُ نَفْثَاتُ بُحَارِ السَّوَائِلِ ذَرَّاتٍ وَجُزْئِيَّاتِ الْغَازِ
إِلَى تَجْوِيفٍ حَاجِزٍ لِلْغَازَاتِ ، فَيَقِلُّ ضَعْفُ الْغَازِ .

وَيُقَاسُ التَّفْرِيعُ عَادَةً بِوَحْدَةِ التَّورِ ، وَهِيَ وَحْدَةٌ تُمَثِّلُ الضَّعْطَ عَلَى عَمُودٍ مِنَ الرَّبْقِ . وَيَصِلُ التَّفْرِيعُ الْمُنْخَفِضُ إِلَى حَوَالَى ٢٥ تَوْرًا ، بَيْنَمَا يَصِلُ التَّفْرِيعُ الْعَالِي الَّذِي تُحْدِثُهُ مِصْحَاحَاتُ الْإِنتِشَارِ بَيْنَ ٠,٠٠١ إِلَى ٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ تَوْرًا . وَلِلْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيعٍ أَعْلَى مِنْ ذَلِكَ تُسْتَعْمَلُ مِصْحَاحَاتُ خَاصَّةٌ تُسْتَعْدَمُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ لِطَرْدِ جُزْئِيَّاتِ الْغَازِ . وَفِي الْمَعَامِلِ ، تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيعٍ يَصِلُ إِلَى جُزْءٍ مِنْ بِلْيُونِ تَوْرٍ .

آلَةُ تُحَدِّثُ تَفْرِيعًا

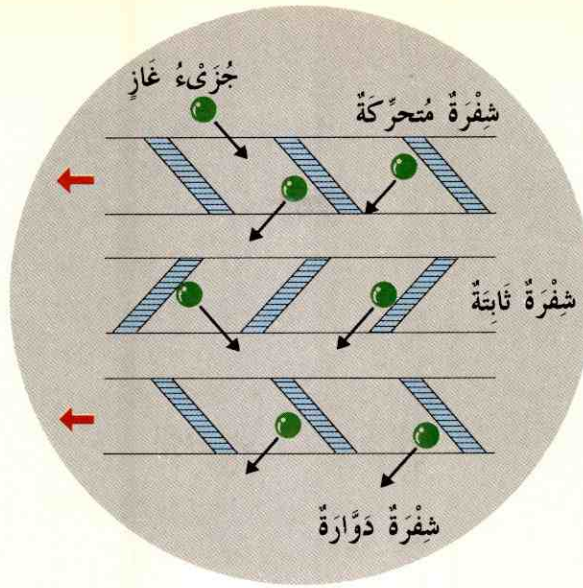
يُدِيرُ مُحَرِّكَ قَوَى شِفْرَاتٍ مُتَشَابِكَةٍ دَاخِلَ غِلَافِ الْمَضْجَعَةِ
الْجُرَيْئَةِ التُّورَبِيْنَةِ (أسفل) الَّتِي تُحَدِّثُ تَفْرِيعًا عَالِيًا . وَتُوجِّهُ
جُرَيْمَاتُ الْعَارِ نَحْوَ الْحَوَائِطِ وَتُدْفَعُ لِأَسْفَلَ حَيْثُ تَخْرُجُ خِلَالَ
عَادِمِ الْهَوَاءِ .



(التور = ٧٦٠/١ من الضغط الجوي عند سطح البحر = ١ مم زئبق تقريبا)

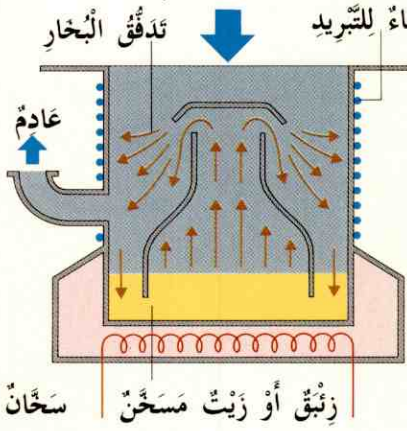
لُعْبَةُ الْكُرَّةِ وَالِدَّبَائِيسِ الْجَزْيِيَّةِ

يُوجَدُ دَاخِلَ الْمَضْحَكَةِ الْجَزْيِيَّةِ التَّوْرِيْنِيَّةِ مَجْمُوعَةٌ مِنَ الشَّفَرَاتِ بَعْضُهَا ثَابِتٌ وَبَعْضُهَا يَدُورُ عَلَى عَمُودٍ مَرْكَزِيٍّ، وَكُلُّهَا تُوجِّهُ الْجُزْيَاتِ دَاخِلَ الْمَضْحَكَةِ. وَيَسَبِّبُ مِثْلَ الشَّفَرَاتِ فَلَا يُمَكِّنُ لِلْجُزْيَاتِ إِلَّا الْإِتِّجَاهَ إِلَى أَسْفَلِ نَحْوِ بَوَابَةِ الْعَادِمِ.



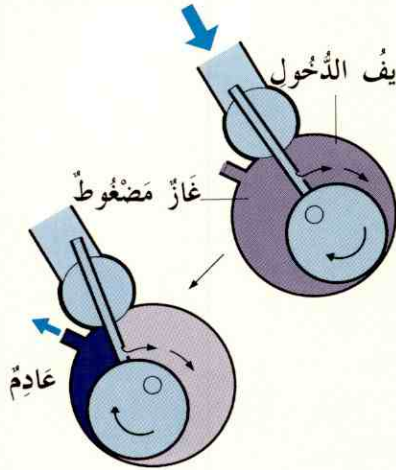
مِضْحَكَةُ الْإِتِّشَارِ

دُخُولُ الْهَوَاءِ



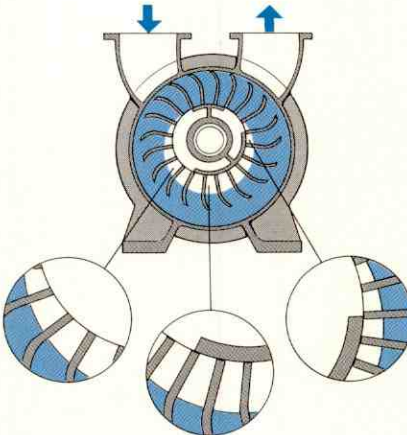
السَّخَانُ الْمَوْجُودُ تَحْتَ الْمِضْحَكَةِ — يُحَرِّقُ الزَّيْتَ أَوْ الرَّبْنَقَ الَّذِي يَصْعَدُ وَيُرْسُ خِلَالَ مَنَافِثٍ ضَيِّقَةٍ عَلَى جُدْرَانِ التَّجْوِيفِ. وَتَدْفَعُ عَمَلِيَّةُ الرَّشِّ الْجُزْيَاتِ وَالذَّرَاتِ لِلخُرُوجِ مِنْ فَتْحَةِ صِمَامِ الْعَادِمِ. وَالْبَخَارُ الَّذِي يَتَكَثَّفُ بَعْدَ اصْطِدَامِهِ بِالْجُدْرَانِ الْمَبْرَدَةِ بِالْمَاءِ يَعُودُ إِلَى الْعَلَاةِ لِإِعَادَةِ تَسْحِينِهِ وَيُعِيدَ دَوْرَتَهُ.

الْمِضْحَكَةُ الدَّوَّارَةُ الْمَانِعَةُ لِتَسْرُبِ الزَّيْتِ

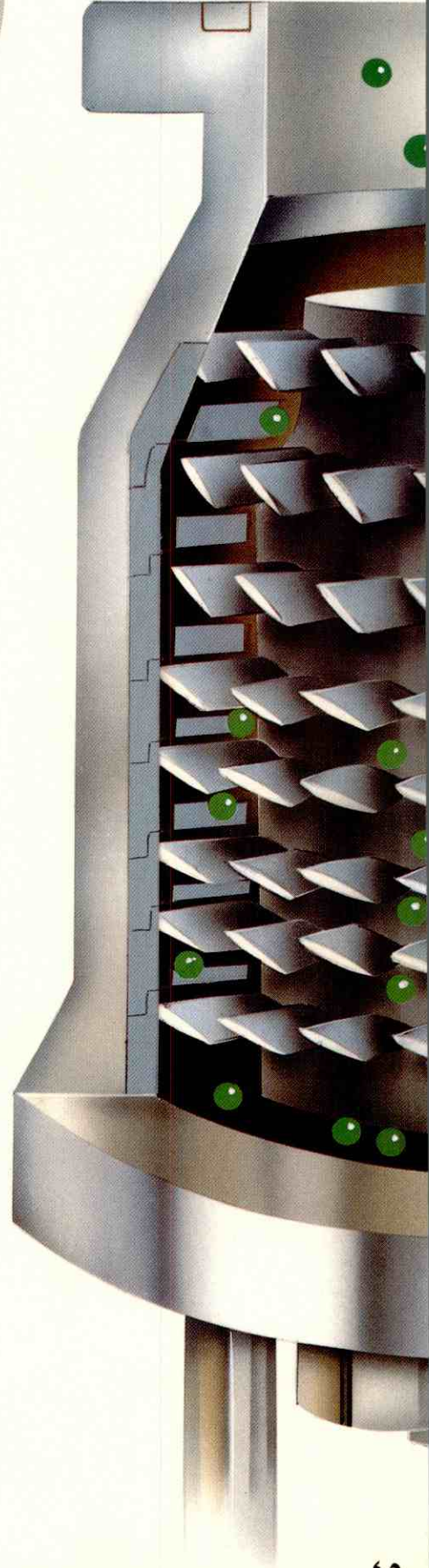


تُخْرِجُ الْمِضْحَكَةُ الْهَوَاءَ مِنْ تَجْوِيفٍ مُحْكَمٍ الْإِغْلَاقِ وَتَطْرُدُهُ بِمَكْبَسٍ مُتَحَرِّكٍ. فَيَدْخُلُ إِلَيْهَا الْغَازُ تَحْتَ ضَعْفِ عَالٍ وَيُدْفَعُ أَمَامَ الْمَكْبَسِ. وَعِنْدَمَا يَصِلُ الْمَكْبَسُ فِي نَهَايَةِ دَوْرَتِهِ إِلَى قَاعِ التَّجْوِيفِ تَسْقُطُ شِفْرَةٌ مُنْزَلَقَةٌ مُتَّصِلَةٌ بِهِ لِتَقْسِمَ التَّجْوِيفَ إِلَى جُزْأَيْنِ، فَتَحْجِزُ حَرَكَةَ الْغَازِ لِلْأَمَامِ. وَالشَّوْطُ النَّهَائِي لِلْمَكْبَسِ يَدْفَعُ الْغَازَ الْمَحْجُوزَ إِلَى الْخَارِجِ خِلَالَ صِمَامِ الْعَادِمِ.

الْمِضْحَكَةُ الْمَانِعَةُ لِتَسْرُبِ الْمَاءِ



فِيهَا تَدْفَعُ الشَّفَرَاتُ الدَّوَّارَةُ الْمَاءَ نَحْوَ جِدَارِ التَّجْوِيفِ. وَالْغَازَاتُ الدَّاخِلَةُ مِنَ الْمَدْخَلِ وَيَحْجِزُهَا الدَّوَّارُ يَتَمَّ ضَعْفُهَا فِي وَسْطِ الْمِضْحَكَةِ ثُمَّ تَطْرُدُ مِنْ فَتْحَةِ الْخُرُوجِ. وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْمِضْحَكَاتُ لِلْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيعٍ مُنْخَفِضٍ، وَهِيَ سَهْلَةٌ التَّشْغِيلِ وَالصِّيَانَةِ.



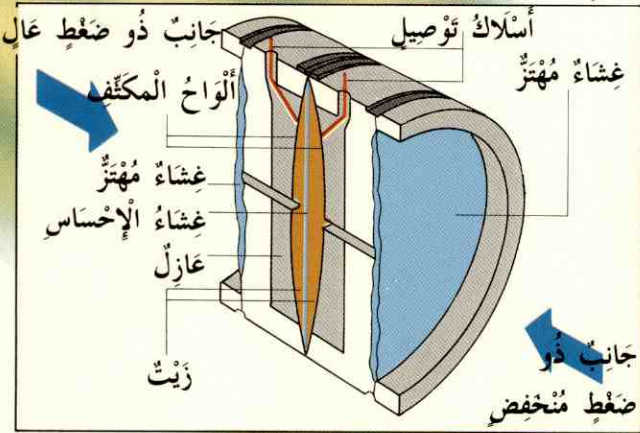
كَيْفَ يُقَاسُ تَدْفِقُ الْمَوَائِعِ؟

يَحْتَاجُ الْفَنِيُّونَ فِي كَثِيرٍ مِنَ الْعَمَلِيَّاتِ الصَّنَاعِيَّةِ إِلَى مُرَاقَبَةِ مُعَدَّلِ تَدْفِقِ السَّوَائِلِ وَالْغَازَاتِ وَالْأَبْخَرَةِ مِنْ مُخْتَلَفِ الْأَنْوَاعِ دَاخِلِ الْأَنْبِيَبِ أَوْ الْآلَاتِ . وَكَذَلِكَ تَحْتَاجُ شَرَكَاتُ الْمَاءِ وَالْغَازِ الطَّبِيعِيِّ إِلَى الْإِحْتِفَاطِ بِسِجَلِ بِالْكَمِّيَّاتِ الَّتِي يَسْتَعْمِلُهَا الْمُسْتَهِلُكَوْنُ . وَيُوجَدُ عَدِيدٌ مِنَ الْأَجْهَازَةِ لِإِقْيَاسِ تَدْفِقِ الْمَوَائِعِ إِمَّا عَنْ طَرِيقِ حَجْمِهَا أَوْ سُرْعَتِهَا . وَتَعْمَلُ بَعْضُ هَذِهِ الْأَجْهَازَةِ لِإِعَاقَةِ التَّدْفِقِ الطَّبِيعِيِّ لِلْمَوَائِعِ ثُمَّ قِيَاسِ التَّغْيِيرِ الْحَادِثِ فِي ضَغْطِهِ عِنْدَمَا

يَتَحَرَّكُ الْمَائِعُ حَوْلَ الْحَاجِزِ . وَتُسْتَخْدَمُ أَجْهَازَةٌ أُخْرَى شِفَرَاتِ دَوَّارَةٍ يَتَوَقَّفُ مُعَدَّلُ دَوْرَانِهَا عَلَى شِدَّةِ تَدْفِقِ الْمَائِعِ . وَمَا زَالَتْ أَجْهَازَةٌ أُخْرَى تَقْيِسُ الْمَوْصِلِيَّةَ الْكَهْرَبِيَّةَ لِلْمَوَائِعِ أَوْ تَقْدِفُهُ بِمَوْجَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ لِتَحْصُلَ عَلَى قِرَاءَاتٍ تُبَيِّنُ الْحَجْمَ الْمَارَ فِي فِتْرَةٍ زَمْنِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ .

مُجَسُّ الْإِحْتِلَافِ الضَّغْطِ

يُتْرَجَمُ الْمُجَسُّ (يَمِينُ وَأَسْفَلُ) الْإِحْتِلَافِ الضَّغْطِ بَيْنَ التِّيَّارَاتِ الْمُتَدَفِّقَةِ مِنَ السَّائِلِ إِلَى إِشَارَةِ كَهْرَبِيَّةٍ تُسَجَّلُ عَلَى مَقْيَاسٍ . وَتُحْدِثُ الْأَغْشِيَّةُ الْمُهْتَزَّةُ تَغْيِيرًا فِي قُدْرَةِ الْوَحْدِ الْمَكْتَفِفِ عَلَى الْإِحْتِفَاطِ بِالشَّحْنَةِ ، وَتُنْتِجُ تِيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَتَنَاسَبُ مَعَ تَدْفِقِ السَّائِلِ .



أَنْبُوبُ تَوْصِيلِ

أَنْبُوبُ تَوْصِيلِ

مُجَسُّ الْإِحْتِلَافِ الضَّغْطِ

مَوْلَدُ إِشَارَةِ الْإِحْتِلَافِ

جهاز قياس اختلاف التدفق

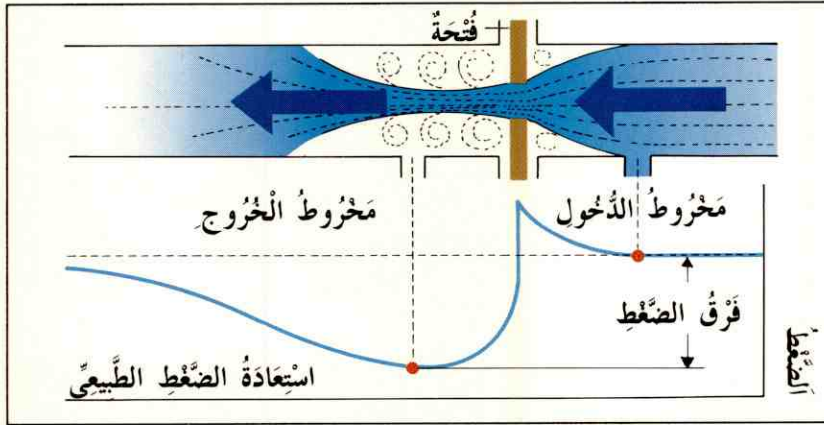
اللولُحُ المُنْقُوبُ (أسفل يمين) داخل ماسورة المياه يجدُ من تدفق الماء ، وبالتالي تزداد سرعته بعد مروره من الفتحة . ويتم الكشف عن الفرق بين السرعتين بواسطة مجس اختلاف الضغط :

الفتحة

قياس موانع أخرى

يحتاج قياس معدل تدفق الموانع الكثيف من الماء - مثل الزيت - إلى أجهزة قياس مختلفة عن هذا الجهاز (يمين) . وتستخدم لذلك الأنابيب الفتورية المشابهة للساعة الرملية ، وفتحات التدفق البارزة ، والألواح المنقوبة بأشكال متنوعة وفي مواضع مختلفة (أسفل) .

أنبوب فتوري والضغط

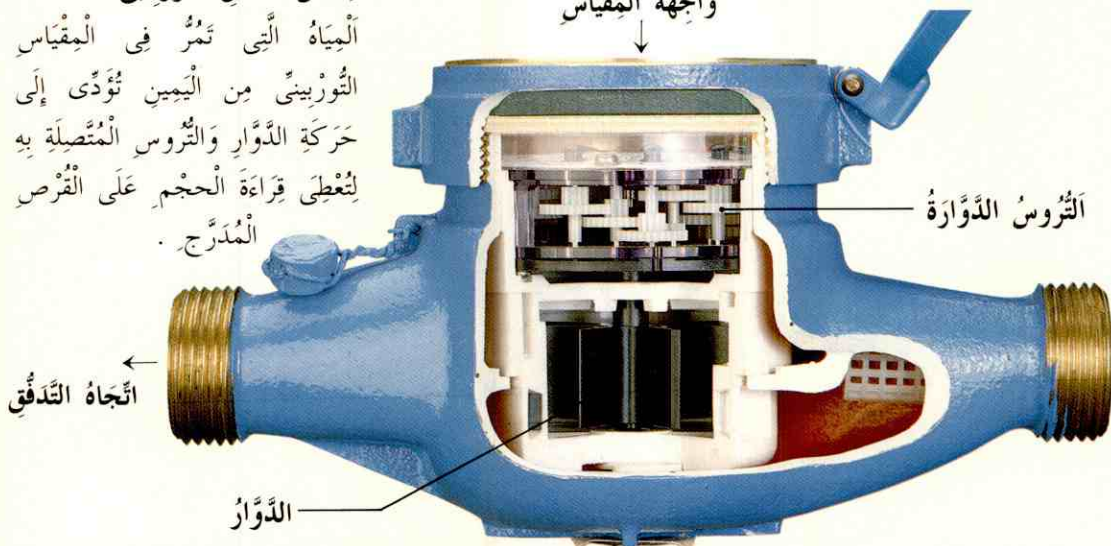


يقال ضغط المائع عندما يدخل أنبوباً فتورياً (فوق) ، وقد وصف هذا التأثير الرياضي دانييل برنولي عام ١٧٣٨ . وبمعرفة هذا الانخفاض في الضغط ، يستطيع الفنيون حساب معدل التدفق باستخدام معادلة وضعها برنولي .

مقياس التدفق التوربيني

المياه التي تمر في المقياس التوربيني من اليمين تؤدي إلى حركة الدوار والتروس المتصلة به لتعطي قراءة الحجم على القرص المدرج .

واجهة المقياس



كَيْفَ تُصَنَعُ أَجْهَزَةُ الْقِيَاسِ الدَّقِيقَةُ؟

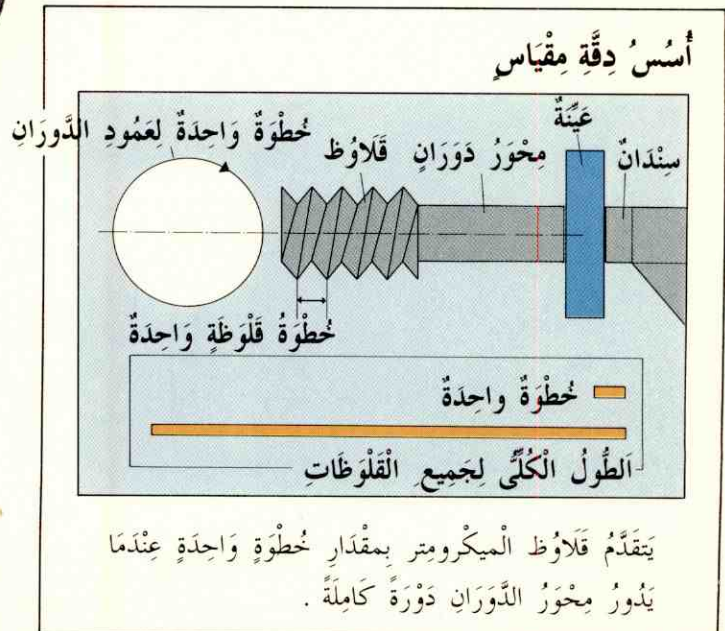
ميكرومتر

نَحْتَاجُ فِي حَيَاتِنَا اليَوْمِيَّةِ إِلَى مِسْطَرَةٍ عَادِيَّةٍ لِقِيَاسِ أَطْوَالِ الْأَشْيَاءِ .
أَمَّا فِي الْمَعَامِلِ وَالْمَصَانِعِ فَيَلْزَمُ مَعْرِفَةَ حَجْمِ الْأَشْيَاءِ بِدَقَّةٍ شَدِيدَةٍ
أَوْ أَبْعَادِ أَسْلَاكِ رَفِيعَةٍ جِدًّا أَوْ الْوَاحِ وَأَجْسَامٍ صُلْبَةٍ رَفِيقَةٍ جِدًّا .
وَلِذَلِكَ نُسْتَخْدِمُ لَهُذِهِ الْأَعْرَاضِ أَدَوَاتٍ تُسَمَّى الْمَيْكْرُومِتْرَاتِ
وَالْقَدَمَاتِ ذَاتِ الْوَرْنِيَّةِ (أَوْ الْقَدَمَاتِ الْمُنَزَّلَةِ) .

وَتُسْتَخْدَمُ الْمَيْكْرُومِتْرَاتِ تَدْرِيجِيْنِ يَتَكَوَّنَانِ مِنْ تَدَارِيْجٍ عَلَى مِحْوَرٍ
دَوْرَانٍ وَكُسْتَبَانٍ يُمَكِّنَانِ مِنَ الْقِيَاسِ حَتَّى جُزْءٍ مِنْ أَلْفٍ مِنَ
السَّنْتِيْمِتْرِ ، وَيَتَوَقَّفُ ذَلِكَ عَلَى دَرَجَةِ قَلَوَظَةٍ سَنُ اللَّوَلَبِ عَلَى مِحْوَرِ
الدَّوْرَانِ ، وَعَلَى عَدَدِ الْأَقْسَامِ الْمَوْجُودَةِ عَلَى تَدْرِيجِ الْكُسْتَبَانِ .
وَتَعْمَلُ الْقَدَمَةُ ذَاتُ الْوَرْنِيَّةِ بِنَظَرِيَّةٍ مُمَائِلَةٍ وَلَكِنَّهَا تُسْتَخْدَمُ زَوْجًا مِنْ
التَّدَارِيْجِ الْحُطِّيَّةِ بِطَرِيقَةٍ تُسَمَّحُ بِالنِّزْلَاقِ أَحَدُهُمَا عَلَى الْآخَرِ .
وَتَكُونُ الْأَقْسَامُ عَلَى التَّدْرِيجِ الْمُسَاعِدِ أَوْ الْوَرْنِيَّةِ عَادَةً ٩,٠ مَرَّةً مِثْلَ
الْأَقْسَامِ عَلَى التَّدْرِيجِ الرَّئِيسِيِّ . وَتُؤَخَذُ الْقَرَاءَاتُ بِضَبْطِ تَدْرِيجِ
الصَّفْرِ عَلَى الْوَرْنِيَّةِ إِلَى الْقِيَاسِ الْمَلَاخِظِ لِلْعَيْنَةِ . وَيُمْكِنُ زِيَادَةُ الدَّقَّةِ
بِإِضَافَةِ عَلَامَةٍ عَشْرِيَّةٍ أُخْرَى بِتَسْجِيلِ التَّدَارِيْجِ الَّتِي عِنْدَهَا يُصْبَحُ
التَّدْرِيجَانِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ مَرَّةً أُخْرَى ثُمَّ قِرَاءَةُ الْعَدَدِ عَلَى
تَدْرِيجِ الْوَرْنِيَّةِ ، وَلِهَاتَيْنِ الْأَدَاتَيْنِ فَضْلٌ كَبِيرٌ فِي تَصْنِيعِ أَجْزَاءِ
الْآلَاتِ وَالْأَلَوَاحِ الْمُتَوَّعَةِ السُّمُكِ ، وَفِي الْعَدِيدِ مِنَ الْمَشْرُوعَاتِ
الْعِلْمِيَّةِ وَالْهَنْدَسِيَّةِ .

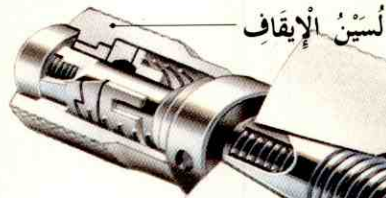
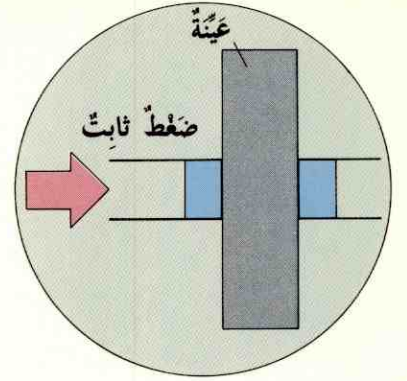


يُمَسِكُ الْمَيْكْرُومِتْرُ الْعَيْنَةَ بَيْنَ سِنْدَانٍ وَمِحْوَرِ دَوْرَانٍ مُرَكَّبٍ عَلَى
إِطَارٍ ثَابِتٍ عَلَى شَكْلِ U. وَيَدْخُلُ مِحْوَرُ الدَّوْرَانِ فِي صَامُومَةٍ
ذَاتِ قَلَوَظَةٍ مُمَائِلَةٍ دَاخِلَ الْكُسْتَبَانِ عَلَى دَرَجَةٍ عَالِيَةٍ مِنَ الدَّقَّةِ .
وَتُسَجَّلُ الْحَرَكَةُ عَلَى تَدْرِيجِيْنِ ، أَحَدُهُمَا عَلَى مِحْوَرِ الدَّوْرَانِ ،
وَالْآخَرُ عَلَى الْكُسْتَبَانِ . وَيُوجَدُ لُسَيْنٌ عِنْدَ الطَّرَفِ الْبَعِيدِ يُوقِفُ
مِحْوَرِ الدَّوْرَانِ عِنْدَمَا يَصِلُ ضَعْفُهُ إِلَى مُسْتَوًى مُعَيَّنٍ لِيُبَيِّنَ
الْقِيَاسَ الْمَضْبُوطَ .



الضَّغْطُ الْمَضْبُوطُ

يَتِمُّ مَسْكُ الْعَيْنَةِ بَيْنَ السِّنْدَانِ
وَمِحْوَرِ الدَّوْرَانِ تَحْتَ ضَغْطٍ
بَسِيطٍ . وَهَذَا يُعْطِي قِرَاءَةً دَقِيقَةً
لِسُمْكِ الْعَيْنَةِ .



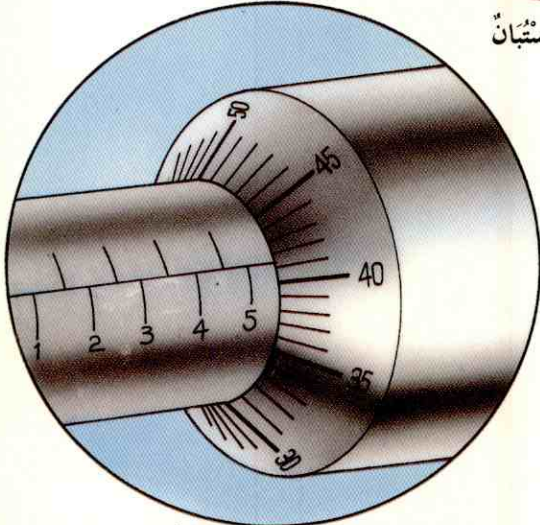
صَامُولَةٌ

كُسْتَبَانٌ

كُمٌ

مَاسِكٌ

إِطَارٌ



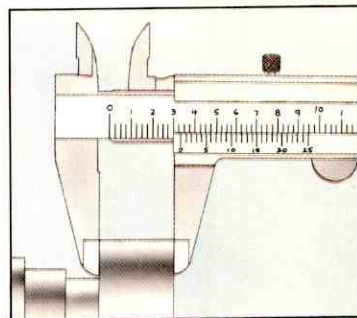
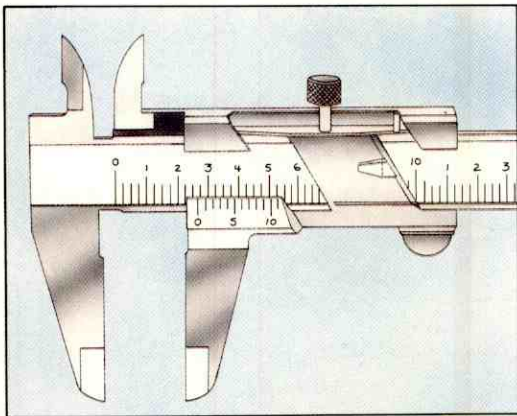
التَّدَارِيجُ عَلَى مِحْوَرِ الدَّوْرَانِ وَالْكَسْتَبَانِ

يُظْهَرُ أَعْلَى التَّدَارِيجِ الْمَحْفُورَةِ بِدَقَّةٍ عَلَى كُلِّ مِنَ
الْمِحْوَرِ وَالْكَسْتَبَانِ (مَكْبَرَةٌ) . وَالتَّدَارِيجُ عَلَى الْمِحْوَرِ
تُبَيِّنُ قَلَوَظَةَ اللَّوْلَبِ . أَمَّا التَّدَارِيجُ عَلَى الْكَسْتَبَانِ
(الدَّائِرَى) فَتُبَيِّنُ حَرَكَةَ الْقَلَاوِظِ لِمَسَافَاتٍ أَصْغَرَ .
وَتُؤَخِّدُ الْقِرَاءَاتِ بِجَمْعِ الْقِرَاءَتَيْنِ مَعًا . (فِي هَذِهِ الْحَالَةِ
الْقِرَاءَةُ ٥,٤١ مَرَّةً بِمِثْلِ عَرْضِ الْقَلَاوِظِ)

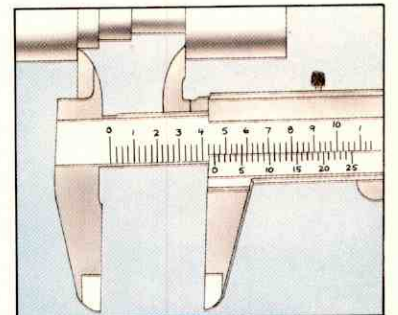
(وَسَطٌ) أَوْ الْأُبْعَادَ الدَّاخِلِيَّةَ (أَسْفَلَ يَمِينِ) . وَيَتِمُّ
الْحُصُولُ عَلَى الْقِيَاسِ بِجَمْعِ قِرَاءَتَيْ تَدْرِيجَيْنِ : الرَّئِيسِيِّ
عَلَى جِسْمِ الْقَدَمَةِ ، وَالْمُسَاعِدِ عَلَى الْوَرْنِيَّةِ .

الْقَدَمَةُ ذَاتُ الْوَرْنِيَّةِ

يَنْزَلِقُ فَكٌّ وَرْنِيَّةُ الْقَدَمَةِ الْمُنْزَلِقَةِ عَلَى تَدْرِيجٍ دَقِيقٍ (أَسْفَلَ
يَسَارَ) . وَيُمْكِنُ أَنْ تَقْيَسَ الْقَدَمَةُ عَرْضَ الْأَجْسَامِ



قِيَاسُ بُعْدٍ خَارِجِيٍّ (٣,٤٤)



قِيَاسُ بُعْدٍ دَاخِلِيٍّ (٤,٥٦)

كَيْفَ يُمْكِنُ تَنْقِيَةُ الْهَوَاءِ؟

تَنْقِيَةُ الْهَوَاءِ خُطْوَةٌ بِخُطْوَةٍ

تُكُونُ تَوَافُذُ الْمَبَانِي الْحَدِيثَةِ غَالِبًا مُحْكَمَةً الْإِعْلَاقِ لِتَحْسُنَ كِفَاةَ الطَّاقَةِ . وَلِلْإِحْتِفَاطِ بِالْهَوَاءِ دَاخِلَهَا صَالِحًا لِلتَّنَفُّسِ ، فَإِنَّ أَنْظِمَةَ التَّسْحِينِ وَالتَّبريدِ يَجِبُ أَنْ تُمَدِّهَا بِالْهَوَاءِ النَّقِيِّ . وَبِالإِضَافَةِ لِدَلِّكَ فَإِنَّهُ يَجِبُ إِمْرَارُ الْهَوَاءِ خِلَالِ أَنْظِمَةِ تَرْشِيحٍ خَاصَّةٍ لِلتَّخْلُصِ مِنَ الدُّخَانِ وَدَقَائِقِ الْغُبَارِ ، وَمِنْ حُبُوبِ اللَّقَاحِ وَالْمُتَعَصِّياتِ الَّتِي تُسَبِّبُ الْحَسَاسِيَّةَ أَوْ تُنْقِلُ الْأَمْرَاضَ .

وَعَادَةً ، تُسْتَعْدَمُ هَذِهِ الْأَنْظِمَةُ مَجْمُوعَةً مِنَ الْمُرَشَّحاتِ مُتَدَرِّجَةِ الدَّقَّةِ وَالَّتِي تُحْجِزُ الْمُلُوثَاتِ ذَاتِ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ جِدًّا . وَتَقُومُ مُعَدَّاتُ أُخْرَى ، مِنْهَا الْمَرَاوِحُ وَمُزِيلَاتِ الرُّطُوبَةِ بِعَمَلِ نِظَامٍ لِدَوْرَانِ الْهَوَاءِ قَدْ يَتِمُّ تَنْظِيمُهُ فِي بَعْضِ الْأُنْبِيَةِ مِنْ حُجْرَةٍ تَحْكُمُ مَرَكْزِيَّةً .

يُسْحَبُ الْهَوَاءُ الْمُلُوثُ
(إِلَى أَعْلَى) خِلَالِ
مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمُرَشَّحاتِ
بِوَسِيلَةِ مَرَوْحَةٍ تَقُومُ
بِإِعَادَتِهِ بَعْدَ تَنْقِيَتِهِ .

أَقْطَارُ الْقَذَارَةِ وَالْغُبَارِ

يَتَرَوَّحُ حَجْمُ الْمُلُوثَاتِ فِي الْهَوَاءِ مِنْ حَجْمِ أُبُوغٍ (جراثيم) الْعَفْنِ إِلَى الْفَيْرُوسَاتِ الَّتِي لَا تُرَى إِلَّا بِمِكْرُوسْكُوبِ الْكُتْرُونِيِّ . الْمِكْرُون = ١٠٠ مِنْ مُلْيُونٍ مِنْ السَّنْتِيْمِتر = ٣٩,٤ جزءًا مِنْ مُلْيُونٍ مِنَ الْبُوصَةِ .

الْعَفْنُ

حُبُوبُ اللَّقَاحِ

الْبَكْتِيرِيَا

غُبَارٌ يَحْمِلُهُ الْهَوَاءُ

دُخَانٌ

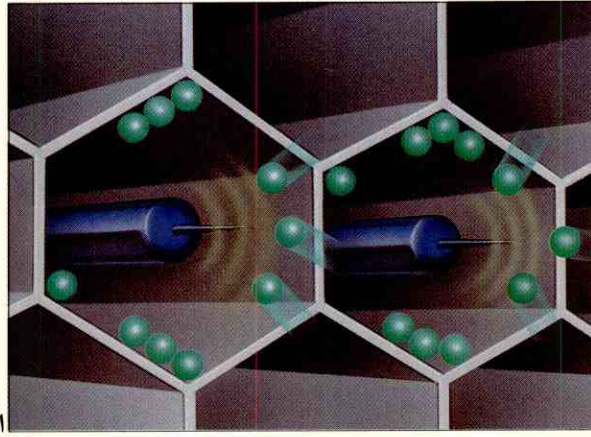
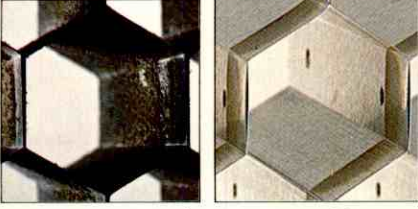
الْقَطْرُ بِالْمِكْرُونِ

فَيْرُوسَاتٌ

١٠٠ ١٠ ١ ٠,١ ٠,٠١

مَصِيدَة كَهْرَبِيَّة

تُكْتَسَبُ الدَّقَائِقُ الدَّاخِلَةُ إِلَى مُرْشَحِ
الإِلِكْتُرُوسْتَاتِيكِي شِخْنَةً مُوجِبَةً ، وَلِذَلِكَ
فَإِنَّهَا تَلْتَصِقُ بِالْجُدْرَانِ السَّالِبَةِ الشَّحْنَةِ
(أَسْفَلُ وَيسار) .



الْمُرْشَحُ قَبْلَ اسْتِخْدَامِهِ الْمُرْشَحُ بَعْدَ اسْتِعْمَالِهِ

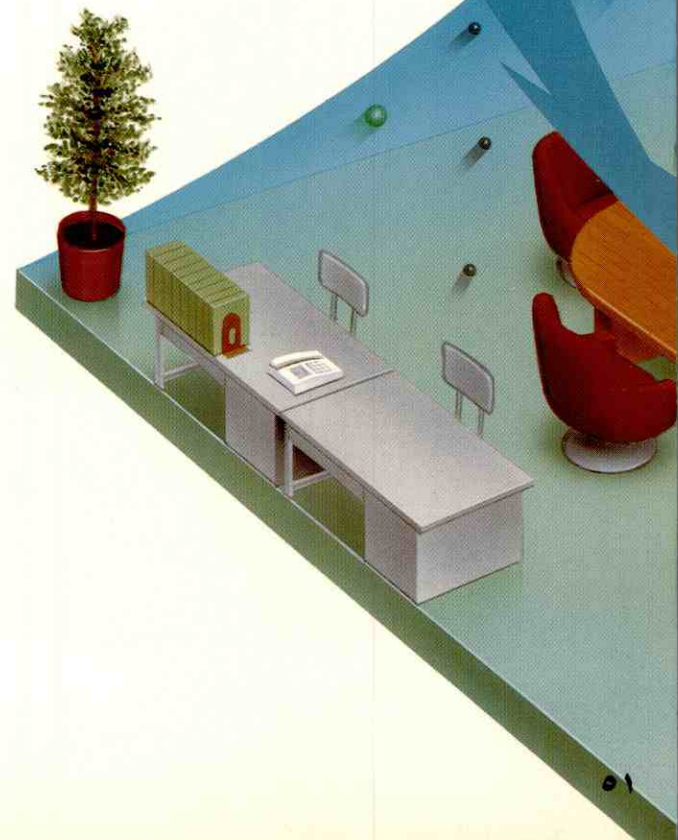
يُزِيلُ الْكَرْبُونُ الْمُنَشَّطَ أَصْغَرَ
الدَّقَائِقِ ، خَاصَّةً الَّتِي تُسَبِّبُ
الرَّوَائِحَ .

تَنْقِيَةُ مَبْنَى بِأَكْمَلِهِ

يَتَزَوَّدُ الْمَبْنَى بِالْحَرَارَةِ وَالتَّبريدِ وَالتَّحْكُمِ فِي الرُّطُوبَةِ وَتَرْشِيحِ هَوَائِهِ
بِوَاسِطَةِ نِظَامِ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ فِي الطَّائِقِ الْأَرْضِيِّ الَّذِي يُعِيدُ دَوْرَانَ
الْهَوَاءِ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْأَنْيَابِ وَفَتْحَاتِ التَّهْوِيَةِ .

يَضْطَّادُ الْمُرْشَحُ
الإِلِكْتُرُوسْتَاتِيكِي الدَّقَائِقَ
الْمَشْحُونَةَ الصَّغِيرَةَ بِوَسَائِلِ
كَهْرَبِيَّةٍ .

تُمْسِكُ الدَّقَائِقُ الْكَبِيرَةَ
شَبَكَةً مِنَ الْمَعْدِنِ الْمَعْرُوزِ
وَالْأَلْيَافِ الرُّجَاجِيَّةِ
أَوْ الْبِلَاسْتِكِ .



مَا هُوَ الْمِرْفَاعُ ذَاتِي الرَّفْعِ؟

مِنَصَّةٌ مُتَحَرِّكَةٌ

الْهَيْكَلُ الصَّاعِدُ الْعُلَوِيُّ

الصَّارِي

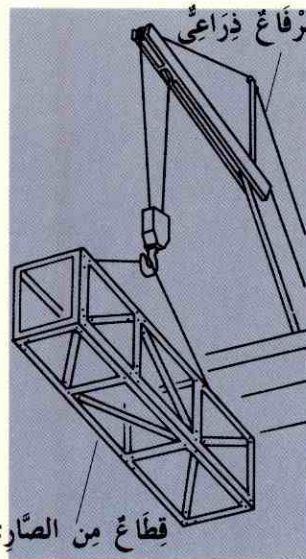
أُسْطُوَانَةٌ هَيْدْرُولِيكِيَّةٌ

الْهَيْكَلُ الصَّاعِدُ السُّفْلِيُّ

يَحْتَاجُ تَشْيِيدُ نَاطِحَاتِ السَّحَابِ إِلَى جِيلٍ خَاصٍّ مِنَ الْمِرْفَاعَاتِ يُمَكِّنُهُ أَنْ يَرْفَعَ نَفْسَهُ إِلَى أَعْلَى كُلَّمَا أُضِيفَتْ طَوَائِقُ جَدِيدَةٌ . وَيَقُومُ الْمِرْفَاعُ ذَاتِي الرَّفْعِ بِذَلِكَ بِمَدِّ الْهَيْكَلِ الصَّاعِدِ الَّذِي يُعْتَبَرُ نَوْعًا مِنَ الْإِسْقَالَاتِ الْهَيْدْرُولِيكِيَّةِ . وَبَيْنَمَا يَرْتَفِعُ الْهَيْكَلُ وَحْدَةً بَعْدَ أُخْرَى ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ نَفْسَهُ يَرْفَعُ مِنَ الْأَرْضِ قِطَاعَاتٍ تُشَبِّهُ أَقْفَاصَ الصُّلْبِ الْمُقَوَّاةَ مُسْتَعْمِلًا الْهَيْكَلِ الصَّاعِدِ كَدَلِيلٍ . ثُمَّ تُرْبَطُ الْقِطَاعَاتُ بِالْمَسَامِيرِ إِلَى الْقِمَّةِ الشَّيْهَةِ بِبُرْجِ الصَّارِي . وَبِمُجَرِّدِ اكْتِمَالِ الطَّاقِ الْعُلَوِّ مِنَ الْمَبْنَى ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ يُفْلِكُ وَيُسْحَبُ إِلَى الْأَرْضِ فِي قِطَاعَاتٍ صَغِيرَةٍ فِي عَمَلِيَّةٍ طَوِيلَةٍ تُسْتَعْرَقُ وَقْتُهَا قَدْ يَبْلُغُ عِدَّةَ أَسَابِيعَ .

فَكَّ الْمِرْفَاعِ

عِنْدَمَا يَتِمُّ الْبِنَاءُ ، يُفْلِكُ الْمِرْفَاعُ الصَّاعِدُ قِطْعَةً قِطْعَةً . أَوَّلًا ، يَرْفَعُ مُشْتَلُّ الْمِرْفَاعِ إِلَى السَّقْفِ مِرْفَاعًا أَصْغَرَ يُسَمَّى الْمِرْفَاعُ الدَّرَائِيُّ . وَبِاسْتِخْدَامِ هَذَا الْمِرْفَاعِ يُفْلِكُ الْعُمَالُ الْقِطَاعَاتِ الْعُلَوِيَّةَ مِنَ الْمِرْفَاعِ الصَّاعِدِ وَيُنْزِلُونَهَا إِلَى الْأَرْضِ . وَبِنَفْسِ الطَّرِيقَةِ تَبْنَى إِزَالَةُ قِطَاعَاتِ الصَّارِي وَإِنْرَالُهَا . وَفِي النِّهَايَةِ يُفْلِكُ الْمِرْفَاعُ الدَّرَائِيُّ نَفْسَهُ وَتُنْقَلُ أَجْزَاؤُهُ إِلَى الْأَرْضِ عَلَى مِصْعَدِ التَّشْيِيدِ .



مِرْفَاع ذِرَاعِي رَئِيسِي

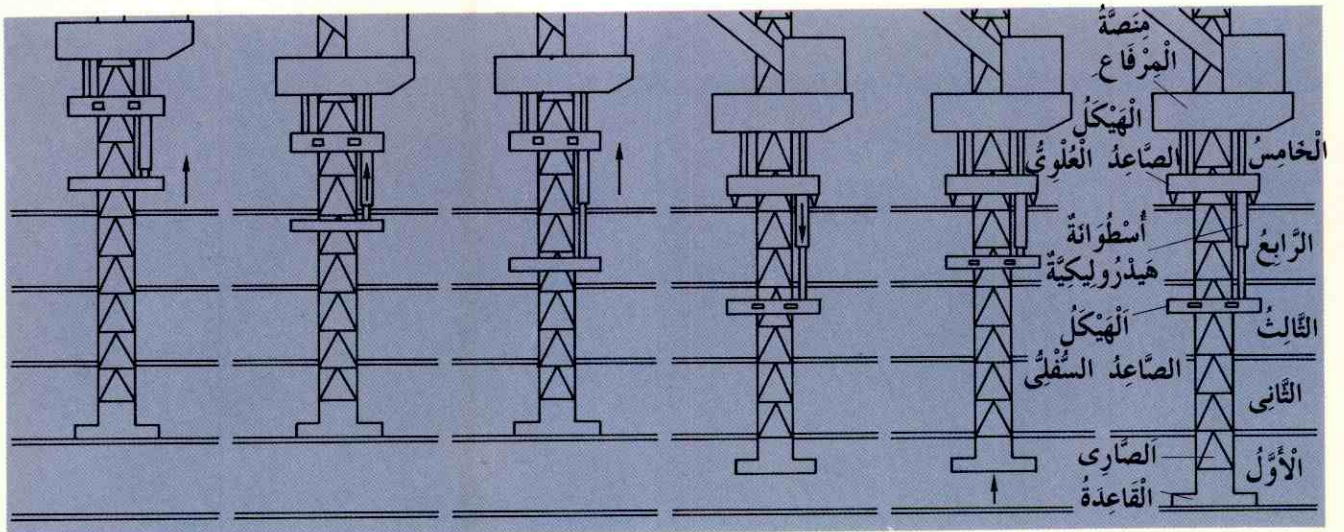
مَقْصُورَةُ التَّشْغِيلِ

أَجْزَاءُ الْمِرْفَاعِ
يُوجَدُ بِأَعْلَى الْمَصْنَعِ
الْهَيْدْرُولِيكِي وَفَوْقَ أَغْلَى
قِطَاعَاتِ الصَّارِي مِئْصَّةَ
وَمَقْصُورَةَ ، وَيَتَّصِلُ بِالْمِئْصَّةِ
الْمُتَحَرِّكَةِ الْمِرْفَاعِ الذِّرَاعِي
الرَّئِيسِي الَّذِي لَهُ بَكْرَةٌ وَمِرْفَاعٌ
عِنْدَ قِمَّتِهِ .

عَمَلِيَّةُ رَفْعِ

(أسفل) . وَقُوَّةُ أُسْطُوَانَاتِ الْمِرْفَاعِ الذِّرَاعِي الرَّئِيسِي
تَدْفَعُ الْمِئْصَّةَ وَالْمَقْصُورَةَ إِلَى أَعْلَى عَلَى طُولِ الصَّارِي
الْمُجْزِئِ ، حَامِلَةَ الصَّارِي مَعَهَا .

يَكْمُنُ مَصْدَرُ قُوَّةِ الْمِرْفَاعِ الصَّاعِدِ فِي أُسْطُوَانَاتِهِ
الْهَيْدْرُولِيكِيَّةِ الْقَوِيَّةِ الَّتِي تَرْفَعُ الْهَيْكَلَ الصَّاعِدَ بِالتَّرْتِيبِ



3 طَفْرَةٌ فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ

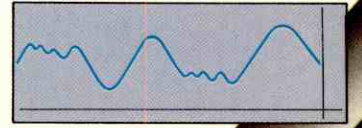
لَمْ تَزِدِ التَّجْهِيزَاتُ الْمَكْتَبِيَّةُ الثَّابِتَةُ حَتَّى عَامِ ١٩٦٠ عَنْ
الْأَلَاتِ الْكَاتِبَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَالتَّلِيْفُونَاتِ . وَكَانَ قَلِيلٌ مِنْ رِجَالِ
الْأَعْمَالِ فَقَطْ هُمْ الْقَادِرُونَ عَلَى تَزْوِيدِ الْمَكَاتِبِ بِالْحَاسِبَاتِ
الْآلِيَّةِ الصَّخْمَةِ الَّتِي كَانَتْ تَشْغُلُ حُجَرَاتٍ كَامِلَةً فِي هَذَا
الْوَقْتِ . وَلَكِنْ ظَهَرَتِ الشَّدَرَاتُ (الدَّارَاتِ) الدَّقِيقَةُ جِدًّا
أَوِ الدَّوَائِرُ الْمُتَكَامِلَةُ خِلَالَ الثَّلَاثِينَ سَنَةً الْأَخِيرَةَ أَحْدَثَتْ
طَفْرَةً فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ . وَيَسْتَفِيدُ الْحَاسِبُ الشَّخْصِيُّ
وَجِهَازُ الْفَاكْسِ وَآلَةُ نَسْخِ الْمُسْتَنْدَاتِ بِالْأَلْوَانِ ، مِنْ قُدْرَةِ
الدَّارَاتِ الدَّقِيقَةِ غَيْرِ الْمَحْدُودَةِ عَلَى مُعَالَجَةِ الْبَيِّنَاتِ . وَقَدْ
حَسَّنَتْ الدَّوَائِرُ الْمُتَكَامِلَةُ كَفَاءَةَ أَجْهَرَةٍ أُخْرَى تُسْتَعْمَلُ مِنْذُ
وَقْتٍ طَوِيلٍ فِي الْمَكَاتِبِ مِنْهَا الْمَصَاعِدُ وَآلَاتُ الْبَيْعِ .
وَقَدْ تَوَدَّى - فِي الْمُسْتَقْبَلِ - الْحَاسِبَاتِ الْآلِيَّةِ الدَّقِيقَةُ
جِدًّا ، إِلَى الْغَايَةِ إِثْنَاءِ الْمَكَاتِبِ . فَقَدْ يَزُوْدُ الْعَامِلُونَ
بِحَاسِبَاتِ آلِيَّةٍ فِي حَجْمِ الْمَفْكُرَةِ الصَّغِيرَةِ يَسْتَعْمِلُونَهَا
كَتَلِيْفُونَ وَمَذْكُرَةٌ وَفَاكْسٌ وَوُصَلَاتُ بَيِّنَاتٍ لِأَيِّ حَاسِبٍ أَلَى
فِي الْعَالَمِ ، وَنَادِرًا مَا سَيَحْتَاجُونَ إِلَى إِرْسَالِ تَقَارِيرِهِمْ
لِمَكْتَبِ مَرْكَزِيٍّ ، وَلَكِنَّهُمْ سَيَنْجِزُونَ مُعْظَمَ أَعْمَالِهِمْ تَقْرِيًّا فِي
مَنَازِلِهِمْ أَوْ عَلَى الطَّرِيقِ . وَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ أَجْهَرَةَ
الْمَكَاتِبِ الْحَدِيثَةِ وَكَيْفَ تُسَهِّلُ الْحَيَاةَ فِي أَمَاكِنِ الْعَمَلِ .

هَذِهِ بَعْضُ الْأَجْهَرَةِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمَكْتَبِ الْحَدِيثِ ، وَهِيَ مِنْ أَعْلَى
الْيَمِينِ ضِدَّ عَقْرِبِ السَّاعَةِ : السَّلَالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ ، وَبَطَاقَاتُ الدَّائِرَةِ
الْمُتَكَامِلَةِ ، وَالتَّلِيْفُونَ ، وَالْمَصَاعِدُ ، وَأَجْهَرَةُ الْفَاكْسِ ، وَآلَاتُ الْبَيْعِ ،
وَآلَةُ نَسْخِ الْمُسْتَنْدَاتِ بِالْأَلْوَانِ ، وَأَجْهَرَةُ الْإِنْدَارِ بِالْحَرِيقِ .

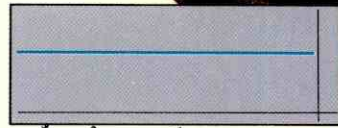


كَيْفَ تَنْقُلُ التَّلِيفُونَاتُ (الْمِسَرَّاتُ) الْأَصْوَاتَ؟

سَجَّلَ الْكَسْنَدَرُ جَرَاهَامُ بِلْ عَامَ ١٨٧٦ اخْتِرَاعَ التَّلِيفُونِ الْمُتَمِّيزِ بِنِظَامٍ بَسِيطٍ مُكَوَّنٍ مِنْ قَصَبَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ وَمَلَفٍّ كَهْرَبِيٍّ وَعِشَاءٍ مُهْتَزٍّ . وَمَازَالَتِ التَّلِيفُونَاتُ الْحَدِيثَةُ تَسْتَحْدِمُ الْأَغْشِيَّةَ لِتَحْوِيلِ الْأَصْوَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ تَنْقُلُ عَبْرَ خُطُوطِ التَّلِيفُونَاتِ . أَمَّا الْيَوْمَ فَإِنَّ تَقْنِيَةَ الدَّارَاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ الدَّقِيقَةِ تُحَوِّلُ وَتُكَبِّرُ الْإِشَارَاتِ الْوَارِدَةَ إِلَى حَدِيثٍ وَاضِحٍ وَمُحَدَّدٍ . وَلَا تَنْقُلُ التَّلِيفُونَاتُ الْحَدِيثَةُ الْأَصْوَاتَ فَقَطْ بَلْ تَنْقُلُ أَيْضًا الرِّسَائِلَ وَالصُّوَرَ ، كَمَا تُصِلُ أَيْضًا بَيْنَ الْحَاسِبَاتِ الْآلِيَّةِ الْمُتَبَاعِدَةِ .



إِشَارَةٌ صَادِرَةٌ



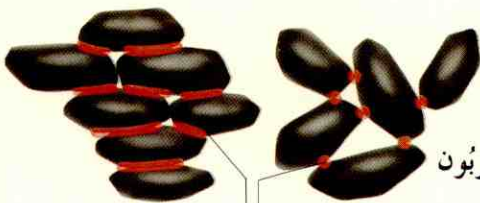
تِيَّارٌ مُسْتَمَرٌّ فِي الْخَطِّ

عِشَاءٌ

حَبِيبَاتُ كَرْبُونٍ

تَنْقِيَةُ الْأَصْوَاتِ خِلَالَ الْكَرْبُونِ

حَبِيبَاتُ الْكَرْبُونِ الْمَوْجُودَةُ فِي مُسْتَقْبَلِ صَوْتِيٍّ لِلتَّلِيفُونِ حَسَّاسَةٌ لِلْإِهْتِرَازَاتِ الْحَادِثَةِ فِي الْعِشَاءِ بِوَاسِطَةِ الصَّوْتِ . وَنَهْتَزُ هَذِهِ الْحَبِيبَاتِ شَدِيدَةً التَّقَارُبِ بِأَدْنَى حَرَكَةِ الْعِشَاءِ فَتَسْمَحُ بِمُرُورِ تِيَّارٍ مُتَغَيِّرٍ يُؤَلِّفُ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ الَّتِي تُكَوِّنُ الْكَلَامَ . وَتَقُومُ دَارَةُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ الدَّقِيقَةُ بِتَقْوِيَةِ هَذِهِ الْإِشَارَةِ وَتَقْلِبُهَا عَبْرَ خُطُوطِ التَّلِيفُونِ .



نَقْطُ اتِّصَالٍ

كَرْبُونٍ



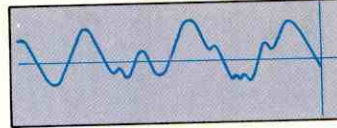
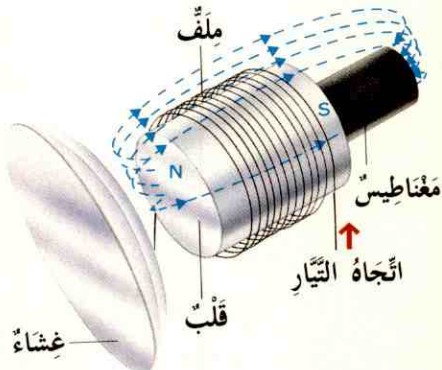
عَازِلٌ

قُطْبٌ مُوجِبٌ

قُطْبٌ سَالِبٌ

دَاخِلُ السَّمَاعَةِ (قِطْعَةُ الْأُذُنِ)

فِي السَّمَاعَةِ تَتَحَوَّلُ الْإِشَارَاتُ إِلَى أَصْوَاتٍ مَرَّةً أُخْرَى بِوَاسِطَةِ مِلْفٍ وَغِشَاءٍ . وَيَحْتَفِظُ مَعْنَاطِيْسٌ دَائِمٌ بِالْغِشَاءِ مَشْدُودًا إِلَى أَنْ تَصِلَ إِشَارَةٌ وَارِدَةٌ فَتُسَبِّبُ مُرُورَ تِيَّارٍ فِي الْمِلْفِ فَيَجْذِبُ الْغِشَاءَ . وَانْعِكَاسُ مَسَارِ التِّيَّارِ بِسَبَبِ اضْطِرَابَاتِ الْإِشَارَةِ يُبْعِدُ الْغِشَاءَ . وَهَذَا التَّجَاذُبُ وَالتَّنَافُرُ يَجْعَلُ الْغِشَاءَ يَهْتَزُّ بِنَفْسِ نَمُودَجِ اهْتِزَازَاتِ صَوْتِ الْإِنْسَانِ .



إِشَارَةٌ وَارِدَةٌ



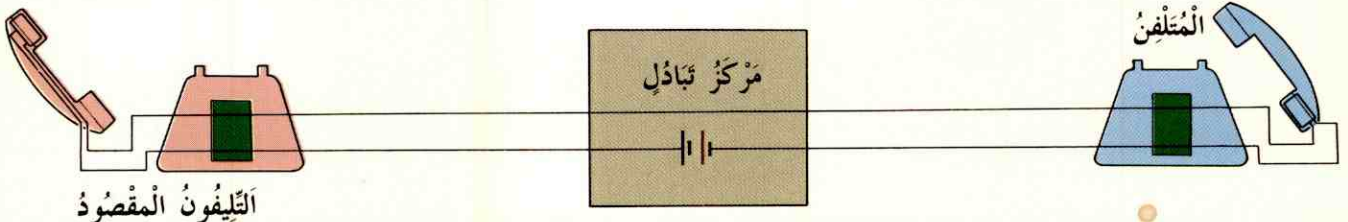
الْمُسْتَقْبَلُ الصَّوْتِيُّ الظَّاهِرُ فِي الْمَنْظَرِ الدَّاخِلِيِّ الْمَقَابِلِ (يَمِين) يُبَيِّنُ الْأَجْزَاءَ اللَّازِمَةَ لِتَحْوِيلِ الْأَصْوَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَالْأَجْزَاءُ الْمَوْجُودَةُ فِي السَّمَاعَةِ (أَعْلَى) تَعْكُسُ الْعَمَلِيَّةَ لِتَوْلَدَ أَصْوَاتًا مُشَابِهَةً لِصَوْتِ الشَّخْصِ عِنْدَ الطَّرَفِ الْأُخْرَى مِنَ الْخَطِّ التَّلِفُونِيِّ .

تَقْوِيَةُ الْإِشَارَةِ

تَقِلُّ الْإِشَارَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْوَارِدَةُ مِنْ تَلِفُونٍ (أَزْرَق) بِزِيَادَةِ الْمَسَافَةِ ، وَلِذَلِكَ تُقَوَّى شَرَكَاَتُ التَّلِفُونِ التِّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ عِنْدَ مَرَاكِزٍ تَبَادُلِيَّةٍ قَبْلَ إِمْرَارِهِ خِلَالَ دَوَائِرِ التَّوْزِيعِ (يَسَار) الَّتِي تُرْسِلُهُ إِلَى التَّلِفُونِ الْمَقْصُودِ .



تُوجَّهُ الْمُكَالِمَةُ إِلَى الرَّقْمِ الصَّحِيحِ بِوَاسِطَةِ دَائِرَةِ تَحْوِيلٍ .



مَاذَا يُوجَدُ دَاخِلَ آلَةِ الْبَيْعِ؟

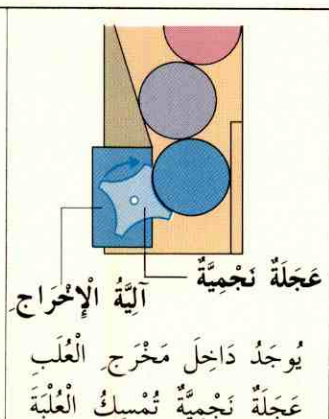
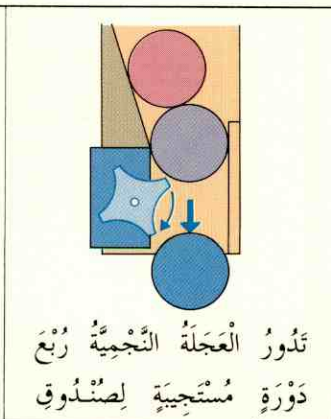
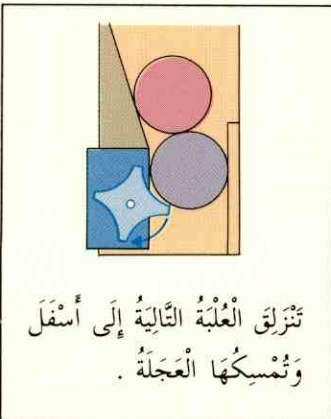
رَغْمَ أَنَّ آلَاتِ الْبَيْعِ بَسِيطَةٌ مِنَ الْخَارِجِ ،
إِلَّا أَنَّهَا تَحْتَوِي عَلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْآلِيَّاتِ
الْمُعَقَّدَةِ دَاخِلَهَا . وَهَذِهِ الْمُعَدَّاتُ تُقَدِّرُ قِيَمَةَ
الْعُمَلَاتِ وَتَطْرُدُ الْعُمَلَاتِ الْمَزَيَّفَةَ
أَوْ الْخَطَأَ ، وَتُنْظِمُ حَرَارَةَ وَحَدَاتِ التَّسْخِينِ
وَالْتَبْرِيدِ ، وَتُسْقِطُ الْمُنْتَجَ الْمُبَاعَ فِي فَتْحَةِ
الْبَيْعِ .

وَفِي بَعْضِ الْآلَاتِ تَعْمَلُ أَجْهَرَةُ اخْتِيَارِ الْعُمَلَةِ
مِيكَانِيكِيًّا ، بِإِمْرَارِ الْعُمَلَةِ عَبْرَ سِلْسِلَةٍ مِنَ
الرَّوَافِعِ الَّتِي لَا تُفْتَحُ إِلَّا إِذَا كَانَتِ الْعُمَلَةُ
ذَاتَ حَجْمٍ وَوزنٍ مَضْبُوطَيْنِ ، وَإِلَّا ثَوَجَهُ
الْعُمَلَاتُ نَحْوَ بَوَابٍ مُتَحَرِّكَةٍ فِي طَرِيقِ
عَوْدَتِهَا إِلَى الْخَارِجِ . وَتَيْمُّ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ
بِمَجَسَّاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ فِي آلَاتِ . تَحْتَبِرُ مُحتَوَى
الْمَعْدِنِ ، وَمَغْنَاطِيَّاتٍ تَحْتَبِرُ الْحَجْمَ ،
وَوَحَدَاتٍ بَاعِثَةٍ لِلضَّوئِ لِتُرَاقِبَ السَّرْعَةَ
وَالْقَطْرَ .

وَتَرْوُدُ آلَاتُ الْبَيْعِ الْحَدِيثَةُ بِمُنْظَمَاتٍ حَرَارِيَّةٍ
وَمُعَالَجَاتٍ دَقِيقَةٍ لِلتَّحَكُّمِ فِي دَرَجَةِ حَرَارَةِ
الْمَشْرُوبَاتِ وَالْأَطْعَمَةِ السَّاحِنَةِ أَوْ الْبَارِدَةِ .
وَرَغْمَ أَنَّ الْمَوَادَّ الْأَسَاسِيَّةَ الَّتِي يَتِمُّ الْحُصُولُ
عَلَيْهَا مِنْ آلَاتِ الْبَيْعِ مَارَّالَتْ هِيَ الْوَجَبَاتُ
السَّرِيعَةُ وَالْمَشْرُوبَاتُ ، إِلَّا أَنَّ آلَاتِ الْبَيْعِ
أَصْبَحَتْ مُتَنَوِّعَةً لِدَرَجَةِ أَنَّ الْإِنْسَانَ يُمَكِّنُهُ
شِرَاءَ كُلِّ مَكُونَاتٍ وَجِبَةِ غِذَائِيَّةٍ مِنْهَا .

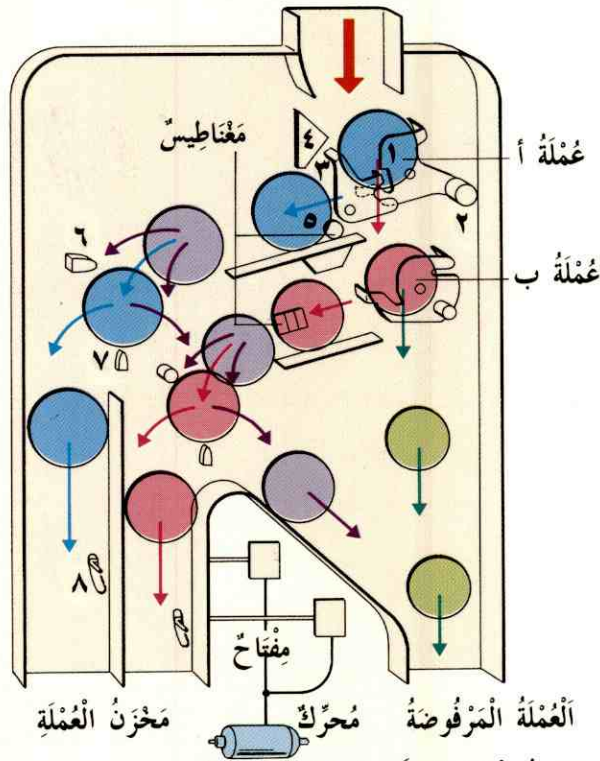
غَلْبَةٌ وَاحِدَةٌ فِي كُلِّ مَرَّةٍ

تَتَحَكَّمُ مُعَدَّةٌ تُسَمَّى الْعَجَلَةُ النَّجْمِيَّةُ فِي
مَسَارِ الْعَلْبِ ، بِحَيْثُ لَا تَسْقُطُ
إِلَّا غَلْبَةٌ وَاحِدَةٌ عِنْدَ كُلِّ تَسْدِيدٍ
لِلْعُمَلَةِ . وَتَوْضَعُ الْعَجَلَاتُ النَّجْمِيَّةُ عِنْدَ
قَاعِ رُفُوفِ الْمُنْتَجِ ، وَهِيَ تَحْتَلِفُ فِي
أَشْكَالِهَا حَسَبَ الْمُنْتَجِ الَّذِي تُخْرِجُهُ .
وَلِكُلِّ مِنْهَا أَرْبَعَةُ أَضْلَاعٍ ، وَلَا تَدُورُ
إِلَّا رُبْعَ دَوْرَةٍ فِي كُلِّ مَرَّةٍ ، فَلَا تَسْمَحُ
إِلَّا لِعَلْبَةٍ وَاحِدَةٍ بِالْإِنْزِلَاقِ إِلَى فِتَاةِ
الِاسْتِلَامِ .



اِسْتِيعَادُ الْعُمَلَاتِ الْمُزَيَّفَةِ

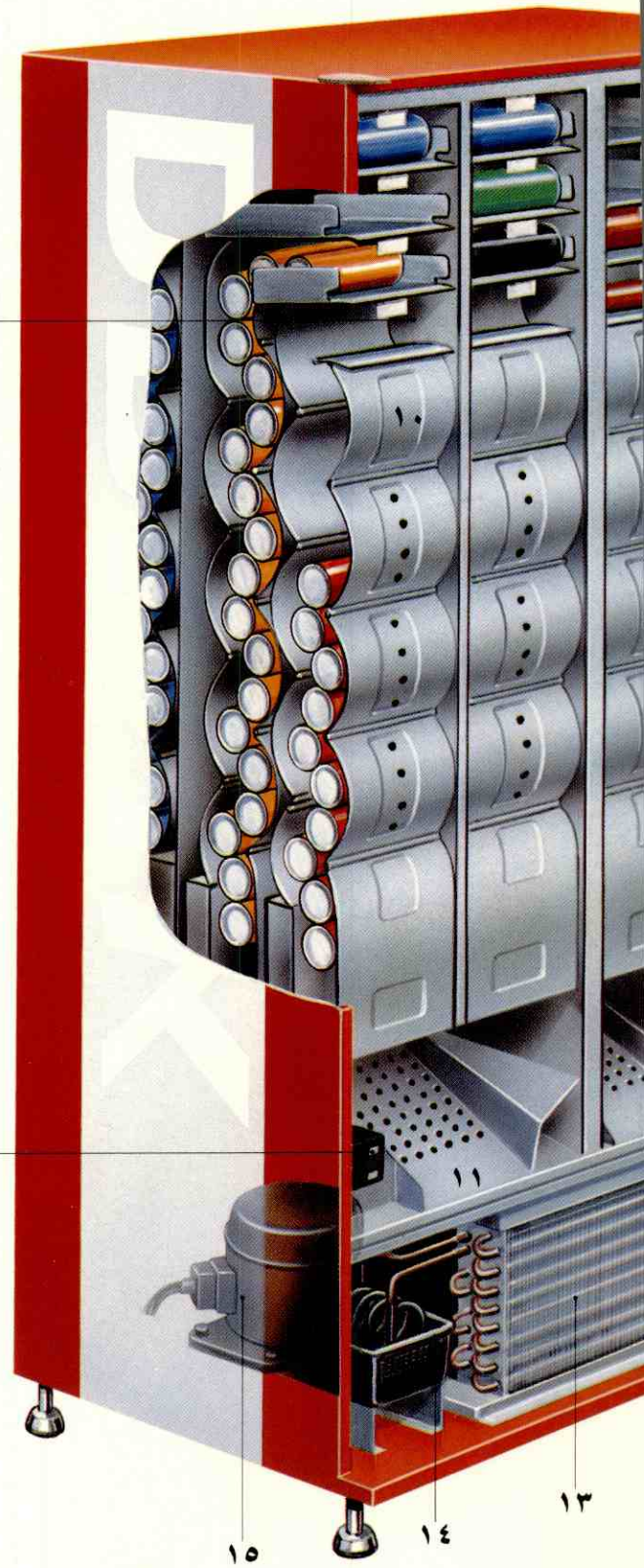
مِنْ وَجْهَةِ نَظَرِ الْبَائِعِ ، فَإِنَّ فَرَّازَ الْعُمَلَاتِ هُوَ أَهَمُّ جُزْءٍ فِي آلَةِ الْبَيْعِ . وَلَكِنِّي تُودِي الْآلَةُ وَظِيفَتُهَا صَحِيحَةً ، فَإِنَّهَا يَجِبُ أَنْ تُفَرِّزَ الْعُمَلَاتِ ، وَتَكْشِفَ الْعُمَلَاتِ الْمُزَيَّفَةَ ، وَتَسْتَبْقِيَ الْعُمَلَاتِ الصَّالِحَةَ فَقَطْ ، وَأَنْ تُعِيدَ الْبَاقِي بِالضَّبْطِ حَسَبَ سِعْرِ الْمُنْتَجِ الَّذِي يَتِمُّ تَسْلِيمُهُ . وَتَقْبَلُ بَعْضُ الْآلَاتِ عُمَلَاتٍ وَرَقِيَّةً يَتِمُّ مَسْحُهَا ضَوْئِيًّا لِلتَّأَكُّدِ مِنْ عَدَمِ تَزْوِيرِهَا وَلَمَعْرِفَةِ قِيَمَتِهَا .



تَتَّخِذُ الْعُمَلَاتُ الَّتِي تُوضَعُ فِي آلَةِ الْبَيْعِ (١) مَسَارَاتٍ غَيْرَ مُبَاشِرَةٍ إِلَى مَخْزَنِ الْعُمَلَةِ (لاحظ العملتين أ الزرقاء ، ب الأرجوانية — أعلى) . تَسْقُطُ الْعُمَلَةُ أ فِي حَامِلٍ مِخَوِّرِي (٣) ، فَإِذَا كَانَتْ أَثْقَلُ مِنَ الثَّقَلِ الْمُوَازِنِ (٢) فَإِنَّهَا تَتَدَخَّرُ إِلَى الْأَمَامِ فِي مَسَارٍ . وَتَوْقِفُ الْعُمَلَاتِ الْأَكْبَرُ بِوَسِيطَةِ حَاجِزٍ (٤) . وَإِذَا كَانَ تَرْكِيبُهَا الْمَعْدِنِي صَحِيحًا فَإِنَّ الْمَقْنَطِيسَ (٥) يُغَيِّرُ سُرْعَتَهَا بِحَيْثُ تَسْقُطُ فِي مَخْزَنِ الْعُمَلَةِ وَلَا تَصْطَلِدُمُ بِالْحَوَاجِزِ (٦ ، ٧) مِثْلَ الْعُمَلَاتِ الْأَرْجَوَانِيَّةِ وَالْحَضْرَاءِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ إِلَى قَنَاةِ الْعُمَلَةِ الْمَرْفُوضَةِ . أَمَّا الْعُمَلَةُ ب ، وَهِيَ أَصْغَرُ مِنْ أ — فَيَتِمُّ فَرَزُهَا فِي مَسَارٍ مُنْفَصِلٍ بِنَفْسِ الطَّرِيقَةِ .

٩

١٢



١٣ — مُكْثَفُ الثَّلَاجَةِ

١٤ — مُبَحَّرُ الثَّلَاجَةِ

١٥ — ضِعَاظُ الثَّلَاجَةِ

١٦ — مَنَقْدُ الْإِسْتِلَامِ

١٧ — قَاطِعُ الدَّائِرَةِ

٧ — مَسَاحُ الْعُمَلَةِ

٨ — مَخْزَنُ الْعُمَلَةِ

٩ — فَتْحَةُ التَّخْزِينِ

١٠ — رَفُّ الْمُنْتَجِ

١١ — قَنَاةُ الْإِسْتِلَامِ

١٢ — مُنَظَّمُ حَرَارَتِي لِلثَّلَاجَةِ

١ — رَفُّ حَاكِمٍ

٢ — لَوْحَةُ مَفَاتِيحِ الْمَعَالِجِ الدَّقِيقِ

٣ — صُنْدُوقُ التَّحَكُّمِ

٤ — مُوَلَّدُ التَّغْمَاتِ

٥ — مُتَحَكِّمٌ

٦ — آلِيَةُ الْعُمَلَةِ

كَيْفَ تُخْزَنُ الْبَيِّنَاتُ فِي الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ؟

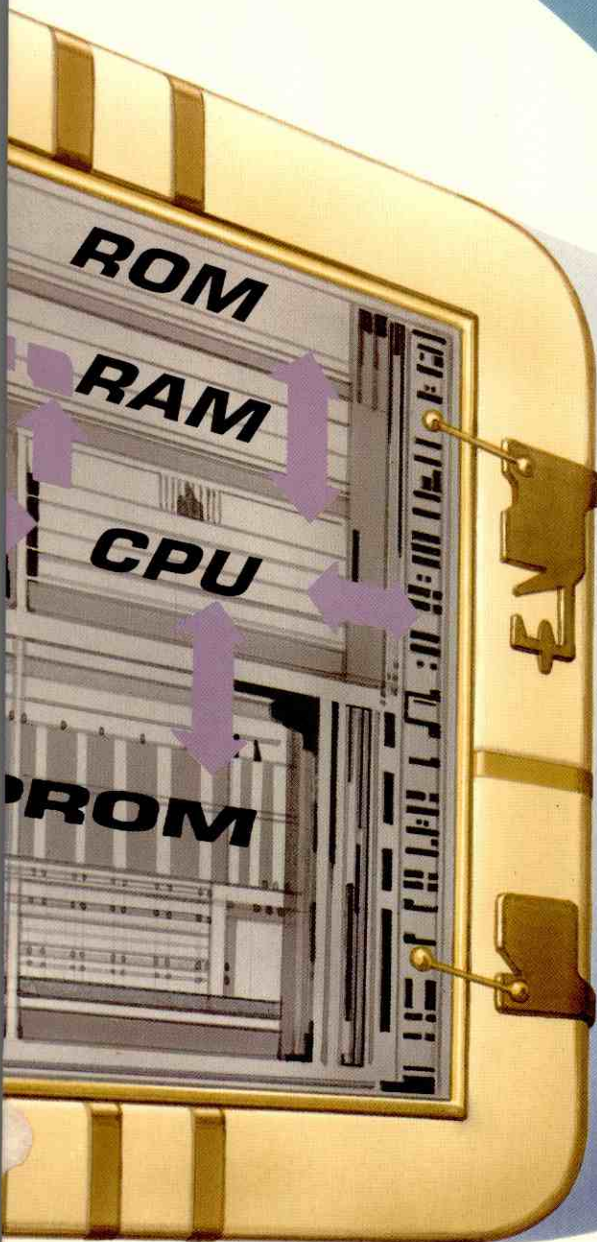
بِطَاقَةٌ بَارِعَةٌ حَقِيقِيَّةٌ وَمُكَبَّرَةٌ

الْبِطَاقَةُ الْمَنْطِقِيَّةُ لِلدَّائِرَةِ الْمُتَكَامِلَةِ تُعْرَفُ بِالْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ لِأَنَّهَا تُؤَدِّي وَطَائِفَ كَثِيرَةٍ . وَتُمَيِّزُ الْبِطَاقَةُ بِشَرِيطِ مُمَعَّطٍ يُشَبِّهُ الشَّرَاطِطَ الْمَوْجُودَةَ عَلَى الْبِطَاقَاتِ الْإِتِمَانِيَّةِ وَالتَّلْقَائِيَّةِ لِلْبُنُوكِ وَالَّتِي تَحْوِي رَقْمًا شَفِرِيًّا يُمَيِّزُهَا . وَتَحْمِلُ الْبِطَاقَةُ أَيْضًا شَذْرَةً دَقِيقَةً تُمْكِنُهَا مِنْ أَدَاءِ الْحِسَابَاتِ .

وَتَسْتَطِيعُ هَذِهِ الْبِطَاقَةُ أَنْ تُخْزَنَ مَعْلُومَاتٌ تُبْلُغُ ١٠٠ مَرَّةٍ مِثْلَ مَعْلُومَاتِ الْبِطَاقَاتِ الْمَعْنَاطِيَّةِ الْبَسِيطَةِ وَبِذَلِكَ يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَهَا لِتُخْزِنَ سَجَلٌ طَبِئِيٌّ أَوْ بَنْكِيٌّ كَامِلٌ لِأَحَدِ الْأَشْخَاصِ ، بِالإِضَافَةِ لِصُورَةٍ حَامِلِهِ وَتَوْقِيعِهِ وَأَيَّ بَيِّنَاتٍ أُخْرَى يُمَكِّنُ تَحْوِيلُهَا إِلَى رَقْمِيَّةٍ وَقِرَاءَتِهَا بِوَاسِطَةِ مَسَاحٍ . وَمَا زَالَتِ الْبِطَاقَاتُ الْبَارِعَةُ فِي مَرَحَلَةِ التَّجْرِبِ ، وَلَكِنَّهَا قَدْ تَحِلُّ يَوْمًا مَا مَحَلُّ الْبِطَاقَاتِ الْمَعْنَاطِيَّةِ .

الدَّائِرَةُ الْمُتَكَامِلَةُ (IC)
تُسَمَّى الدَّائِرَةُ الْمُتَكَامِلَةُ أَيْضًا الدَّائِرَةُ الدَّقِيقَةُ (يسار) ، وَهِيَ تُكَوِّنُ قَلْبَ الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ . وَهِيَ عِبَارَةٌ عَنْ شَطِيرَةٍ رَقِيقَةٍ مِنَ السَّيْلِكُونِ وَالْمَعْدِنِ ، وَتُخْزَنُ وَتَسْتَرْجِعُ الْبَيِّنَاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةَ . وَبِاسْتِخْدَامِ بِلَاقَةٍ بَارِعَةٍ يُمَكِّنُ تَغْيِيرَ بَعْضِ أَنْوَاعِ الْبَيِّنَاتِ الَّتِي لَا يُمَكِّنُ تَغْيِيرُهَا بِالْبِطَاقَاتِ الْأُخْرَى .

شَذْرَةٌ (دَارَةٌ) دَقِيقَةٌ



مُدخَلات ومُخرجات الدَّارة الدَّقِيقَة لِلْبِطَاقَةِ الْمُنطِيقِيَّةِ .

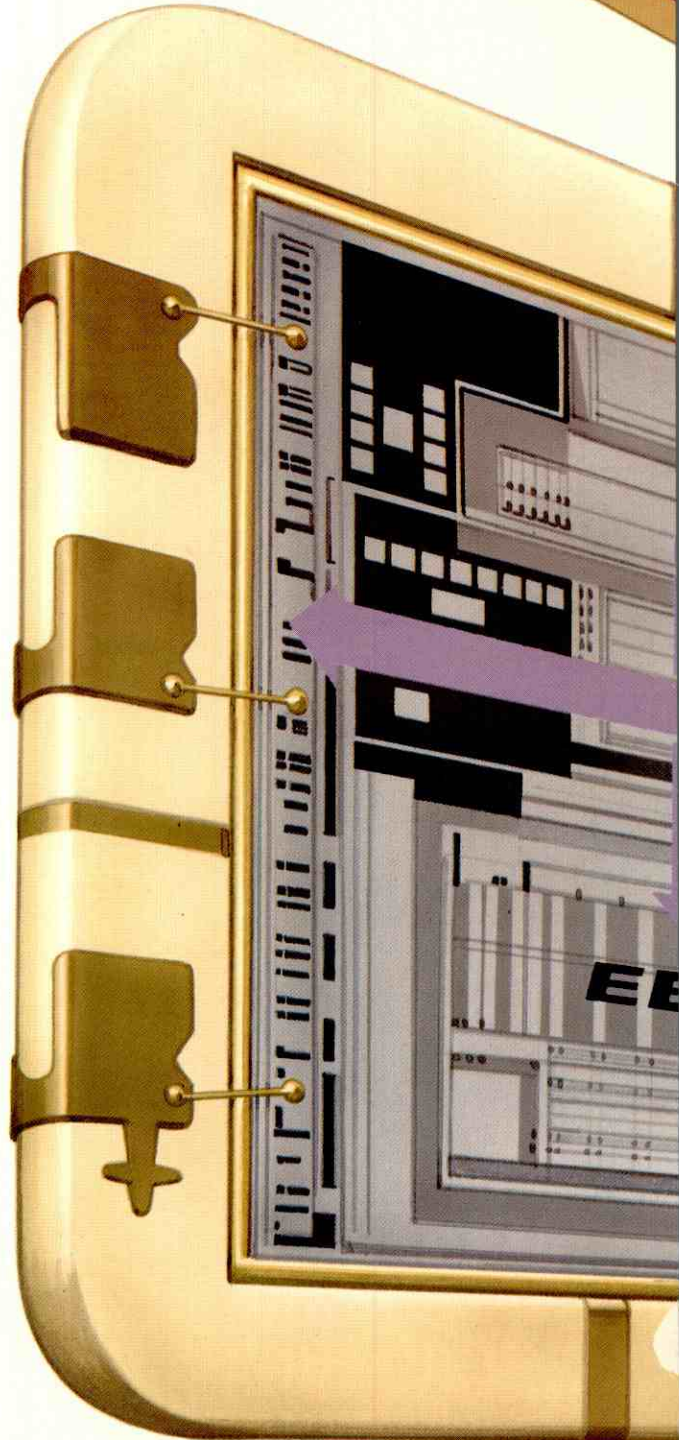
١	جُهْدُ الدَّائِرَةِ
٢	إِعَادَةُ الإِعْدَادِ
٣	سَاعَةٌ
٤	وُصْلَةٌ إِضَافِيَّةٌ
٥	أَرْضِيٌّ
٦	جُهْدُ تَغْذِيَةِ الْبَرْنَامِجِ
٧	إِخْرَاجُ / إِدْخَالُ الْبَيِّنَاتِ
٨	وُصْلَةٌ إِضَافِيَّةٌ

وُظِيفَةُ الْوُصْلَاتِ الْخَارِجِيَّةِ

تَحْتَاجُ الدَّائِرَةُ الْمُتَكَامِلَةُ عَلَى الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْوُصْلَاتِ الْخَارِجِيَّةِ لِتُوصَّلَهَا إِلَى مَصْدَرِ الْقُدْرَةِ وَتُسَمَّحَ لَهَا بِالِاتِّصَالِ بِالطَّرَفِ النَّهَائِيِّ وَالْمَعْدَّاتِ الْأُخْرَى . وَتَتَضَيَّحُ وَظِيفَةُ كُلِّ وُصْلَةٍ عَلَى بِطَاقَةِ دَائِرَةٍ مُتَكَامِلَةٍ مِنَ الْقَائِمَةِ الْمَوْضَحَةِ إِلَى الْيَمِينِ .

ذَاكِرَةُ تَمْنَعُ الدُّخُولَ غَيْرَ الشَّرْعِيِّ

تُجَهَّزُ الْبِطَاقَةُ الْبَارِعَةُ بِثَلَاثَةِ أَنْوَاعٍ مِنَ الذَّاكِرَةِ : ذَاكِرَةُ الْقِرَاءَةِ فَقَطُ (ROM) وَتُخْتَصُّ بِنِظَامِ تَشْغِيلِ الْبِطَاقَةِ وَيُمْكِنُ قِرَاءَتُهَا وَلَكِنْ لَا يُمْكِنُ تَغْيِيرُهَا بِوَسِيطَةِ الْمُسْتَعْمِلِ . وَذَاكِرَةُ مُوقَّتَةٍ (RAM) وَهِيَ مَوْضِعُ تَخْزِينِ مُوقَّتٍ لِلْحِسَابَاتِ أَى الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي يُمْكِنُ تَغْيِيرُهَا وَالِاخْتِفَاطُ بِهَا فَقَطُ مَا دَامَتِ الْبِطَاقَةُ فِي التَّشْغِيلِ . وَذَاكِرَةُ قِرَاءَةٍ فَقَطُ مُبْرَمَجَةٍ وَقَابِلَةٌ لِلْمَسْحِ (EEPROM) وَيُمْكِنُ تَغْيِيرُ الْمَعْلُومَاتِ فَقَطُ تَحْتَ شُرُوطٍ خَاصَّةٍ . وَهَذِهِ الْبَرَامِجُ تُجْعَلُ الْبِطَاقَةُ الْبَارِعَةُ مُفِيدَةً خَاصَّةً فِي الْحَدِّ مِنَ التَّوَصُّلِ إِلَى الْمَعْلُومَاتِ السَّرِّيَّةِ أَوْ الْمَنَاطِقِ الْحَسَّاسَةِ مِثْلَ الْمُنْشَآتِ الْعَسْكَرِيَّةِ أَوْ أَقْبِيَةِ الْبُنُوكِ أَوْ الْأَمَّاكِنِ الْأُخْرَى الَّتِي يَجِبُ تَأْمِينُهَا وَكَلِمَةُ السِّرِّ الَّتِي تُشَفَّرُ فِي الْمُنطَقَةِ السَّرِّيَّةِ مِنْ ذَاكِرَةِ الْقِرَاءَةِ فَقَطُ الْمُبْرَمَجَةِ تُسَاعِدُ حَامِلَ الْبِطَاقَةِ عَلَى التَّوَصُّلِ إِلَى أَمَاكِنَ خَاصَّةٍ . وَلِزِيَادَةِ تَأْمِينِ هَوِيَّةِ حَامِلِ الْبِطَاقَةِ ، يُخْزَنُ فِي الْبِطَاقَةِ سِجِلُّ السَّمَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ لَهُ مِثْلُ بَصْمَةِ الْعَيْنِ أَوْ بَصْمَةِ الْإِبْهَامِ . وَيَتِمُّ التَّحْقُقُ مِنْ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ عِنْدَ الْمُدْخَلِ بِوَسِيطَةِ مَسَاحٍ يَسْمَحُ فَقَطُ لِهَذَا الشَّخْصِ بِالْمُرُورِ .



كَيْفَ تَعْمَلُ آلَةُ نَسَخِ (تَصْوِيرِ) الْمُسْتَنَدَاتِ بِأَلْوَانِهَا؟

بَكْرَةٌ سَاحِنَةٌ تَتَّصِلُ بِاسْتِمْرَارٍ بِالْمُلَوَّنِ ، فَيَنْتِجُ نُسْخَةً مِنَ الْمُسْتَنَدِ .

وَتُستَخدَمُ آلاَتُ نَسَخِ الْمُسْتَنَدَاتِ بِأَلْوَانِ عَمَلِيَّةٍ مُشَابِهَةٍ بِاسْتِخْدَامِ مُرَشَّحَاتِ زُرْقَاءَ ، وَحُمْرَاءَ ، وَصَفْرَاءَ . وَيَكْبُرُ الضَّوُّ الْمُنْعَكِسُ بِوَاسِطَةِ جِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ (CCD) الَّذِي يُوجِّهُ شَعَاعَ لَيْزَرٍ . وَتُوجَدُ مَرَاكِزُ لَوْنِيَّةٍ مُتَفَصِّلَةٌ تُسْتَعْمَدُ مُلَوَّنَاتِ زُرْقَاءَ (ز) ، وَحُمْرَاءَ (ح) ، وَصَفْرَاءَ (ص) ، وَسُودَاءَ (س) ، لِتَنْتِجَ صُورًا مُلَوَّنَةً .

لِنَسَخِ مُسْتَنَدٍ بِالْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ فَإِنَّ آلَةَ النَّسَخِ تُوَمِّضُ ضَوْءًا عَلَى الْمُسْتَنَدِ أَوَّلًا . وَيَنْعَكِسُ الضَّوُّ فَقَطُّ عَنْ الْأَجْزَاءِ الْبَيْضَاءِ مِنَ الْمُسْتَنَدِ الْأَصْلِيِّ . وَيَمُرُّ الضَّوُّ الْمُنْعَكِسُ خِلَالَ عَدْسَةٍ عَلَى قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ دَوَّارٍ . وَالْأُسْطُوَانَةُ مَشْحُونَةٌ بِكَهْرَبِيَّةٍ سَالِبَةٍ وَلَكِنَّهَا تَفْقِدُ هَذِهِ الشَّحْنَةَ فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَصْدِمُهَا الضَّوُّ . وَبَيْنَمَا تُسْتَمَرُّ الْأُسْطُوَانَةُ فِي الدَّوْرَانِ أَمَامَ مَرَكِّزِ الْمُلَوَّنِ ، فَإِنَّ دَقَائِقَ الْمُلَوَّنِ السُّودَاءِ الْمُوجِبَةِ الشَّحْنَةِ تَلْتَصِقُ بِالْمَنَاطِقِ السَّالِبَةِ الشَّحْنَةِ . وَتَنْتَقِلُ الدَّقَائِقُ إِلَى لَوْحٍ مِنَ الْوَرَقِ يَمُرُّ خِلَالَ

خُطُوطِ نَسَخِ الصُّورِ الْمُلَوَّنَةِ

مُرَشَّحَاتِ

مُسْتَنَدٌ

مِصْبَاحٌ

حَامِلُ جِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ

عَدْسَةٌ

جِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ (CCD)

شَعَاعُ لَيْزَرٍ

اسْتِخْدَامُ مُلَوَّنٍ أَحْمَرَ أَرْجَوَانِيٍّ

جِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ

أُسْطُوَانَةٌ

١ - عِنْدَ بَدَأِ الْعَمَلِيَّةِ تُكَوَّنُ الْأُسْطُوَانَةُ كُلُّهَا سَالِبَةً الشَّحْنَةِ .

شَّحْنَةٌ سَالِبَةٌ الْعَكْسِ

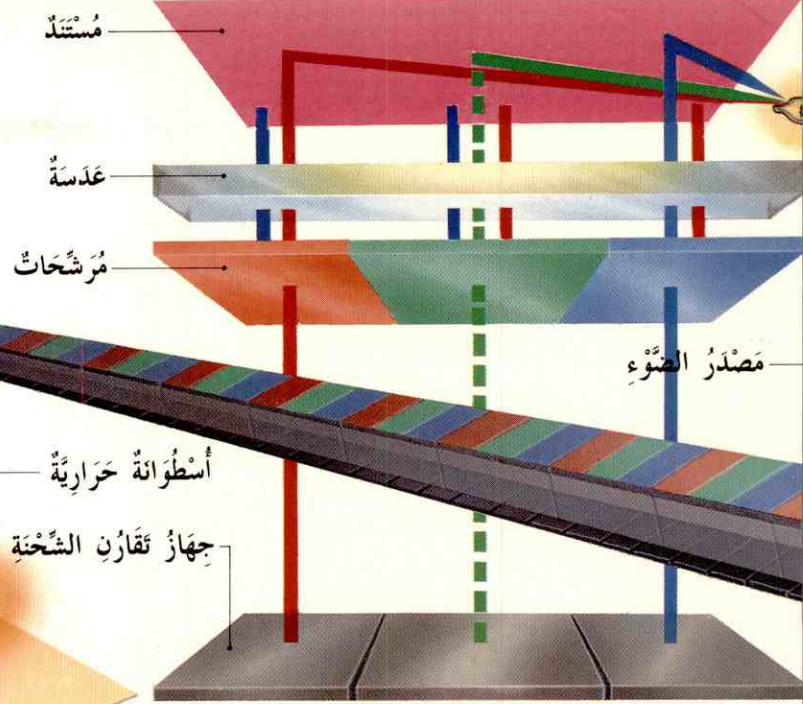
٢ - يَمْسَحُ شَعَاعُ اللَّيْزَرِ الشَّحْنَةَ فِي الْأَمَاكِينِ الَّتِي يَصْدِمُ فِيهَا الْأُسْطُوَانَةُ الدَّوَّارَةَ .

يَلْتَصِقُ الْمُلَوَّنُ بِالشَّحْنَةِ السَّالِبَةِ

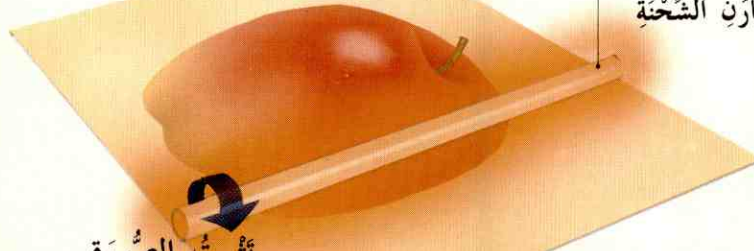
٣ - عِنْدَ مَرَكِّزِ التَّلْوِينِ ، يَلْتَصِقُ الْمُلَوَّنُ الْأَحْمَرُ الْأَرْجَوَانِيُّ بِالْمَنَاطِقِ السَّالِبَةِ الشَّحْنَةِ .

تَرْشِيحُ الضَّوِّ لِعَمَلِ اللَّوْنِ

يُوضَعُ تَحْتَ الرُّجَاجِ عَدْسَةٌ وَثَلَاثَةُ مَرَشَّحَاتِ اللَّوْنِ .
وَتَحْتَ الْمَرَشَّحَاتِ يُوجَدُ جِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ الَّتِي
يَلْتَقِطُ الْإِشَارَاتِ الضَّوِّيَّةَ وَيُكَبِّرُهَا .



الْمَرَشَّحَاتِ وَجِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ طَوِيلَةٌ وَضَيِّقَةٌ ،
وَتَسْمَحُ لِآلَةِ النِّسْخِ بِمَسْحِ الْمُسْتَنَدَاتِ عَلَى هَيْئَةِ سِلْسِلَةٍ
مِنَ الْوَحَدَاتِ الصَّغِيرَةِ الْمُسَمَّاةِ التَّقْيِطَاتِ .



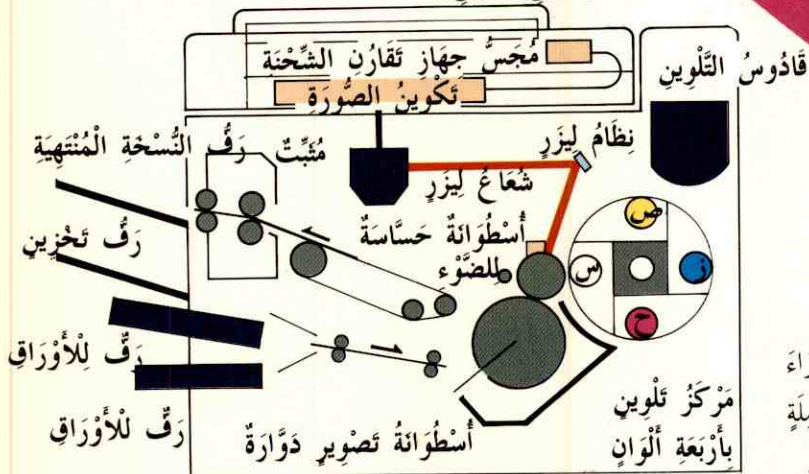
تَثْبِيتُ الصُّورَةِ

تُؤَدِّي الْأَسْطُوَانَةُ السَّاحِنَةُ
الْمَسَاتِ الْأَخِيرَةَ ، فَتَدْمِجُ
الْمُلَوَّنَاتِ الثَّلَاثَةَ إِلَى
الصَّفْحَةِ .

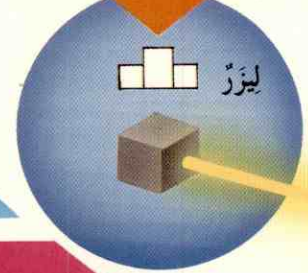
الْأَسْوَدُ لِرِيَادَةِ الْوُضُوحِ

وَكَحُطُوبٍ أَخِيرَةٍ ، يُوجَّهُ
الْمُلَوَّنُ الْأَسْوَدُ إِلَى
الْمِسَاحَاتِ الَّتِي سَقَطَتْ
عَلَيْهَا كُلُّ الْأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ .
وَهَذَا يَجْعَلُ ظِلَالِ الصُّورِ
وَأَقْيَعَةً .

تُوجَّهُ عَنَاصِرُ الصُّورَةِ الزَّرْقَاءُ وَالصَّفَرَاءُ
فَوْقَ الْأَحْمَرِ عِنْدَمَا تَمُرُّ الْوَرَقَةُ أَمَامَ
مُرَكِّزَيْنِ آخَرَيْنِ .



يُكَبِّرُ جِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ الضَّوِّ الضَّعِيفَ
الَّذِي يَصْدُرُهُ . وَهُنَا ، يُوجَّهُ الْجِهَازُ عَمَلُ
شُعَاعِ لِيْزِرٍ (أَعْلَى) .



٤ - يَلْتَصِقُ الْمُلَوَّنُ
الْأَحْمَرُ مِنَ الْأَسْطُوَانَةِ
بِالْوَرَقِ الَّتِي يَسْتَقْبِلُ
عَلَى التَّوَالِي طَبَقَاتٍ مِنْ
الْأَزْرَقِ وَالْأَصْفَرِ
وَالْأَسْوَدِ .

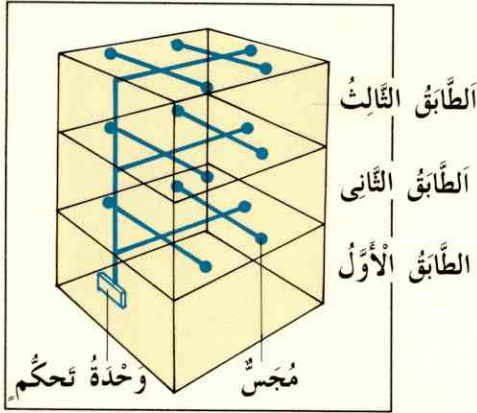
مَنْظَرُ جَانِبِيٍّ لِآلَةِ النِّسْخِ

يُبَيِّنُ الْمَقْطَعُ إِلَى الْيَسَارِ الْأَجْزَاءَ
الرَّئِيسِيَّةَ لِآلَةِ نِّسْخٍ بِالْأَلْوَانِ شَامِلَةً
رُفُوفَ الْوَرَقِ الْبَارِزَةِ مِنَ الْجَانِبَيْنِ .



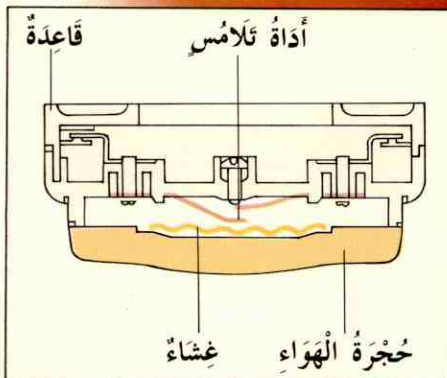
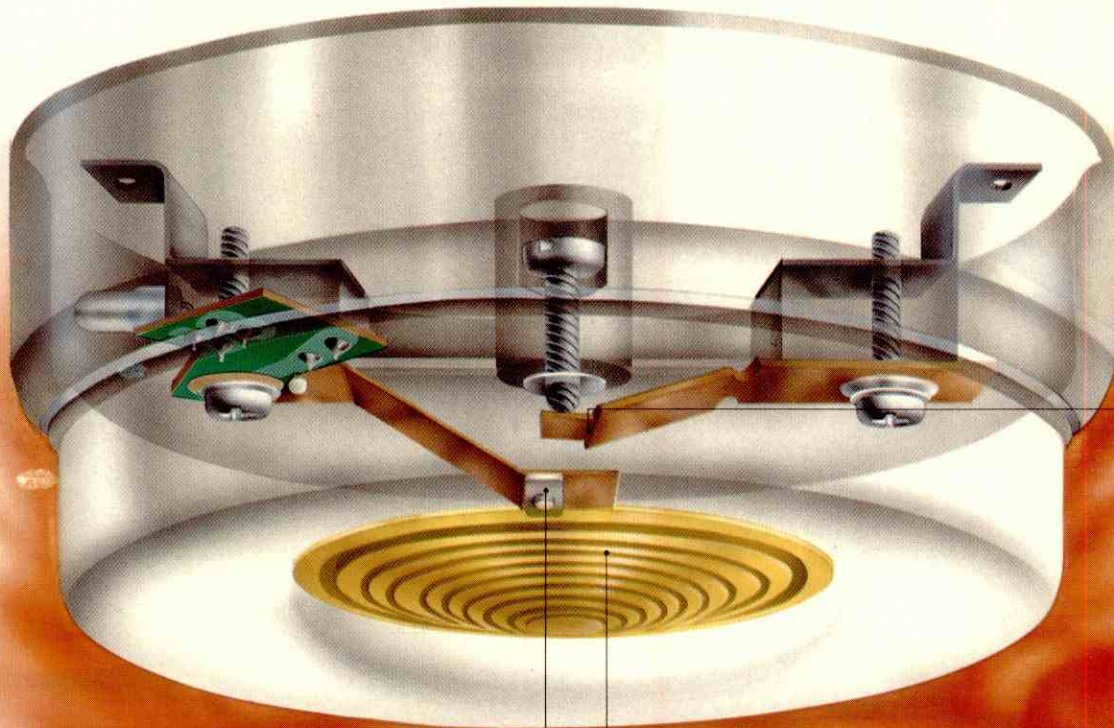
هَلْ تَتَشَابَهُ جَمِيعُ أَنْظِمَةِ الْإِنْذَارِ بِحَرِيقٍ؟

مَرَاكِزُ الْإِنْذَارِ
عِنْدَمَا تُمَدُّ الْأَسْلَاكُ الْكَهْرَبِيَّةُ فِي
مَبْنَى مُتَعَدِّدِ الْمَحَازِنِ، فَإِنَّ
الْكَهْرِبَائِيِّينَ يَصْنَعُونَ مُجَسَّاتِ
الْحَرَارَةِ وَالْذُّخَانِ فِي كُلِّ طَابَقٍ
(مِثْلُ هَذَا الْمَبْنَى ذِي الطَّوَائِفِ
الْثَلَاثَةِ). وَتُحَدَّدُ وَحْدَةُ تَحْكُمِ
مَصْدَرُ أَيْ إِنْذَارٍ.



فِي أَجْهَزَةِ الْإِنْذَارِ بِحَرِيقٍ - الذَّائِيَّةِ - تُكْتَشَفُ مُجَسَّاتُ خَاصَّةُ الدُّخَانِ
أَوْ الْحَرَارَةِ أَوْ كِلَيْهِمَا قَبْلَ أَنْ يَنْتَشِرَ الْحَرِيقُ. وَتُسْتَجِيبُ الْمُجَسَّاتُ
الْكَهْرُوضَوِّيَّةُ إِلَى وُجُودِ دَقَائِقِ الدُّخَانِ الدَّقِيقَةِ. وَتُسْتَجِيبُ مُجَسَّاتُ الْحَرَارَةِ
وَمُجَسَّاتُ مُعَدِّلِ التَّرَايُدِ : عِنْدَمَا تَزِيدُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ عَنِ الْمُعَدِّلِ الْمُحَدَّدِ ،
وَهُوَ عَادَةً ١٣٥° ف (٥٦,٧ م) فِي دَاخِلِ الْمَنَازِلِ ، وَعِنْدَمَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ
الْحَرَارَةِ عَدَدًا مِنَ الدَّرَجَاتِ خِلَالَ فِتْرَةٍ مُعَيَّنَةٍ - وَهِيَ عَادَةً ١٥° ف كُلِّ
دَقِيقَةٍ . وَكُلُّ نَوْعٍ مِنْ هَذِهِ الْمُجَسَّاتِ يُسَبِّبُ صَوْتِ إِنْذَارٍ يَسْتَمِعُهُ قُدْرَتُهُ مِنْ
بَطَّارِيَّةٍ كَمَا تَفْعَلُ الْمُجَسَّاتُ . وَنَظَرًا لِلْحَسَّاسِيَّةِ الْفَائِقَةِ لِهَذِهِ الْمُجَسَّاتِ ، فَإِنَّهَا
تُنذِرُ بِالْحَرِيقِ قَبْلَ أَنْ يُلَاحِظَهُ الْإِنْسَانُ أَوْ أَثَاءَ نَوْمِهِ .

أَنْوَاعٌ مِنَ الْإِنْذَارِ بِحَرِيقٍ

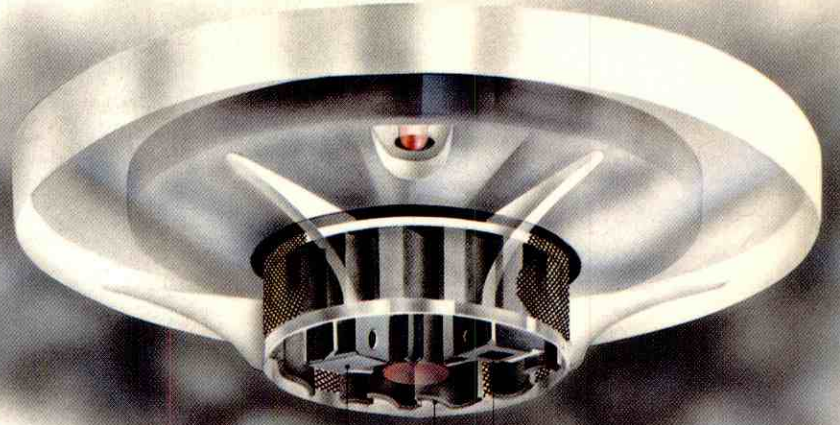
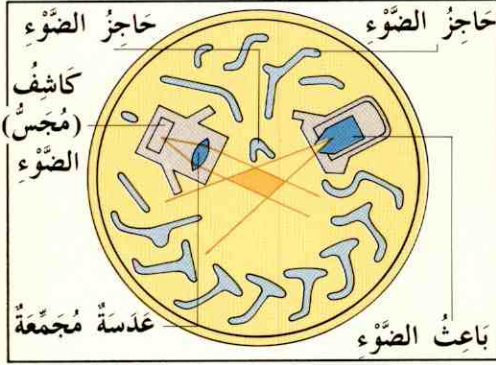


مُجَسُّ مُعَدِّلِ التَّرَايُدِ

يَتَمَدَّدُ الْهَوَاءُ دَاخِلَ أَيْ حُجْرَةٍ
بِتَأْثِيرِ أَيْ اِرْتِفَاعِ مُفَاجِئٍ فِي دَرَجَةِ
الْحَرَارَةِ ، فَيُدْفَعُ غِشَاءٌ إِلَى أَدَاةِ
تَلَامُسٍ تَقْفِلُ دَائِرَةَ كَهْرَبِيَّةٍ فَيَصْدُرُ
الْإِنْذَارُ .

مُجَسِّ كَهْرُوضَوِّي

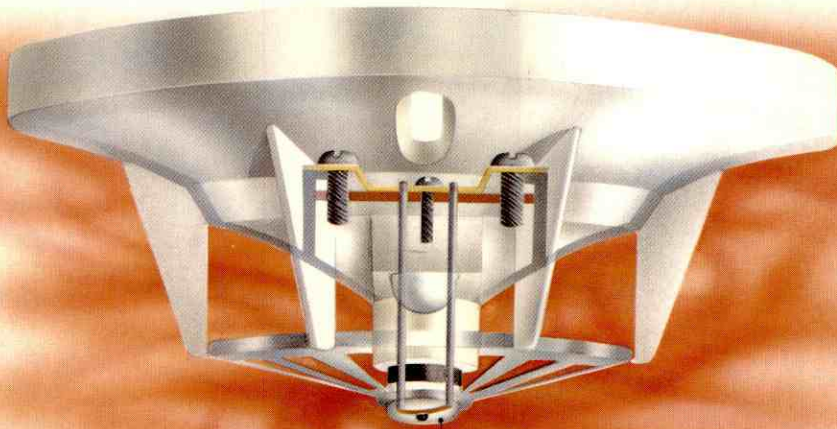
تَعْتَرِضُ دَقَائِقُ الدُّخَانِ الَّتِي تَدْخُلُ الْحُجْرَةَ حُرْمَةً
الضَّوِّ الْمُنْتَظَمَةِ فَيَسْجُلُ الْكَاشِفُ (الْمُجَسِّ)
ضَوْءًا أَقْلًا ، وَيُصْدِرُ جِهَازُ الْإِنْدَارِ صَوْتًا .



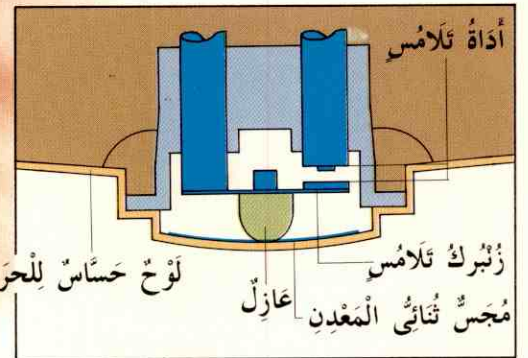
بَاعِثُ الضَّوِّ حَاجِزُ الضَّوِّ كَاشِفُ الضَّوِّ

مُجَسِّ حَرَارَتِي قِيَاسِي

تُسْتَعْمَدُ الْمُجَسَّاتُ ثَنَائِيَّةُ الْمَعْدِنِ نَوْعَيْنِ مِنْ
الْمَعَادِنِ تَتَمَدَّدُ بِمُعْدَلَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عِنْدَ تَعَرُّضِهَا
لِلْحَرَارَةِ . وَإِذَا تَمَدَّدَ الْمُجَسِّ بِدَرَجَةٍ كَافِيَةٍ ، فَإِنَّهُ
يَدْفَعُ زُنْبُرَكَ تَلَامُسٍ إِلَى غَلْقِ دَائِرَةِ كَهْرَبِيَّةٍ تُصْدِرُ
صَوْتَ الْإِنْدَارِ .



مُجَسِّ ثَنَائِي الْمَعْدِنِ

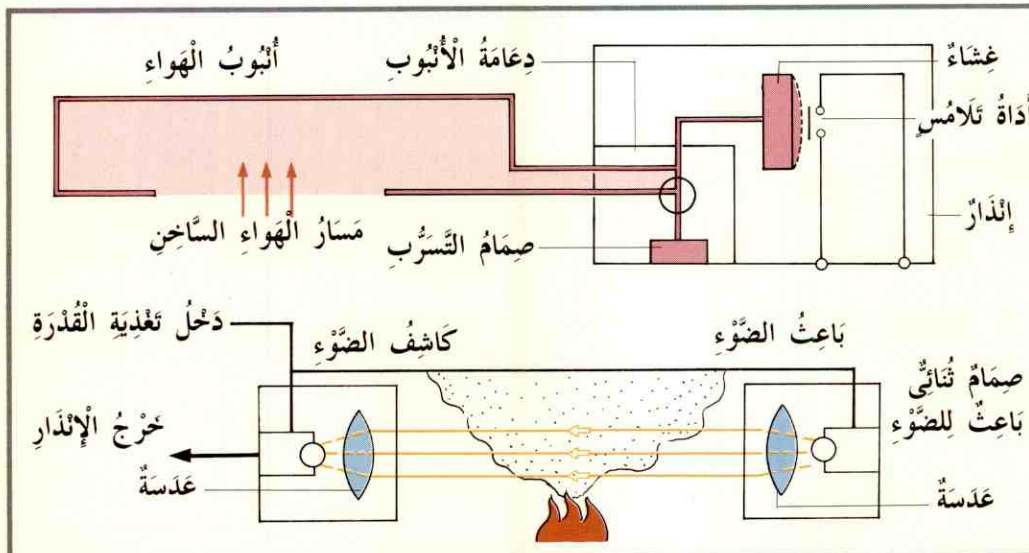


الْمُجَسِّ الْأُتُبُوبِي الْهَوَائِي

يَتَكَوَّنُ هَذَا النَّوعُ مِنَ الْمُجَسَّاتِ مِنْ
دَائِرَةِ كَهْرَبِيَّةٍ أُتُبُوبِيَّةٍ مَمْلُوءَةٍ .
بِالْهَوَاءِ . وَعِنْدَمَا تَصِلُ الْحَرَارَةُ إِلَى
الْأُتُبُوبِ ، يَتَمَدَّدُ الْهَوَاءُ بِدَاخِلِهَا
فَيَدْفَعُ الْغِشَاءَ إِلَى الْخَارِجِ لِيُغْلِقَ
الدَّائِرَةَ فَتُصْدِرُ الْإِنْدَارَ .

كَهْرُوضَوِّيَّاتٌ مُنْفَصِلَةٌ

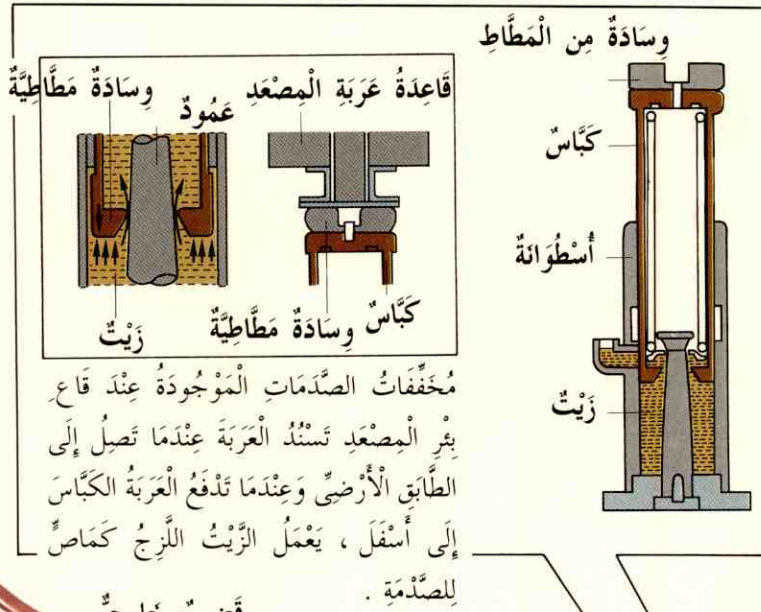
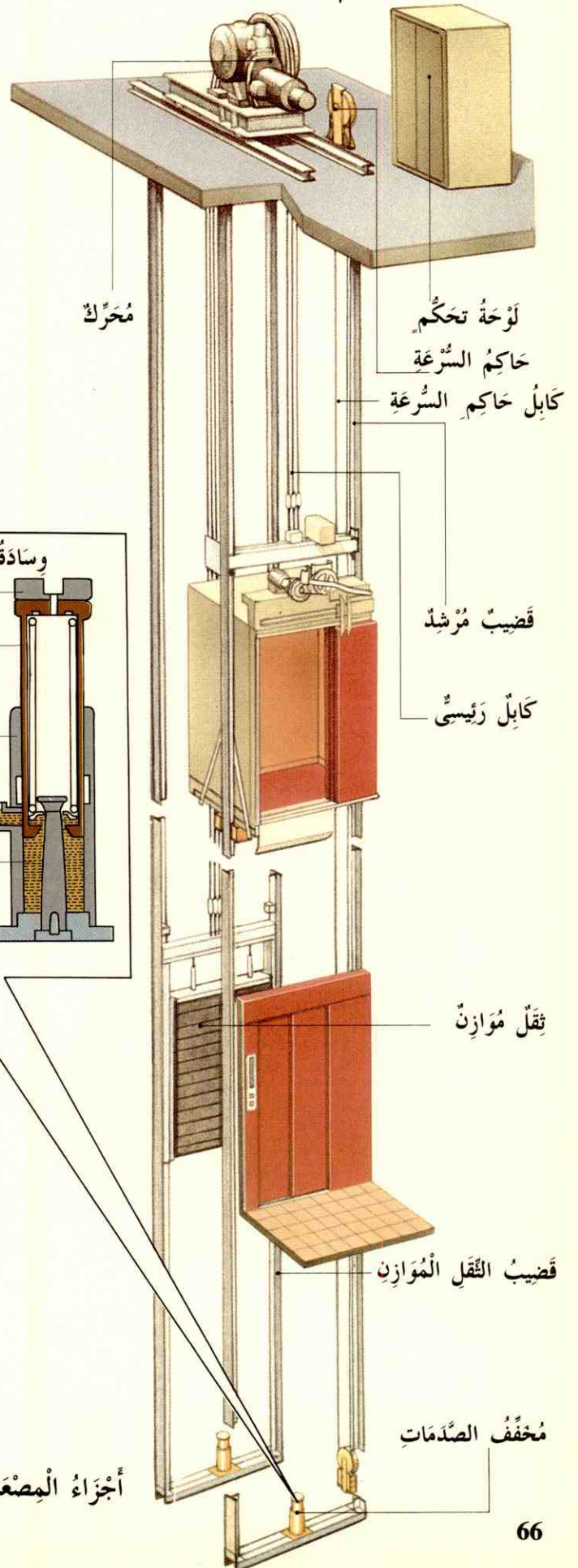
يُوجَّهُ الضَّوُّ الصَّادِرُ مِنْ بَاعِثٍ نَحْوَ
كَاشِفٍ عَلَى الْحَائِطِ الْبَعِيدِ .
وَعِنْدَمَا يَعْتَرِضُ الدُّخَانُ الْأَشْعَةَ ،
فَإِنَّ الْكَاشِفَ يُصْدِرُ إِشَارَةَ إِنْدَارٍ .



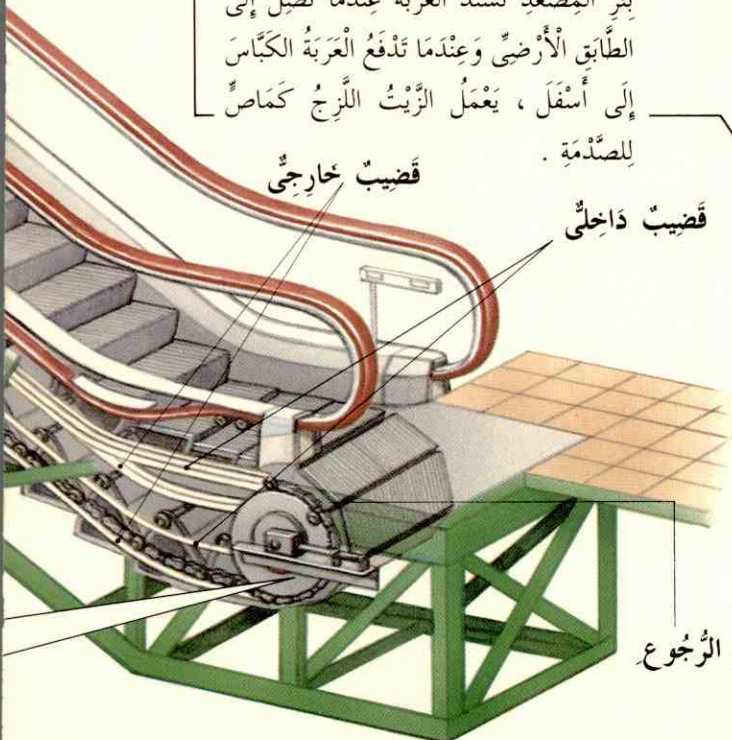
كَيْفَ تَتَحَرَّكُ الْمَصَاعِدُ وَالسَّلَالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ؟

المِصْعَدُ هُوَ عَرَبَةٌ مُقْفَلَةٌ تَجْرِي عَلَى قُضْبَانٍ مُرْشِدَةٍ إِلَى
أَعْلَى وَاسْفَلَ أَتْنَاءَ حَمْلِهَا دَاخِلَ بَيْتِ الْمِصْعَدِ . وَتُسْتَمَدُّ
الْقُوَّةُ اللَّازِمَةُ لِتَحْرِيكِ الْعَرَبَةِ مِنْ نِظَامٍ بَكْرَةٍ عَادِيٍّ
يَكْتَسِبُ قُدْرَتَهُ مِنْ مُحَرِّكِ . وَتُخَفِّضُ هَذِهِ الْقُوَّةُ
بِوَاسِطَةِ ثِقَلٍ مُوَازِنٍ يَنْلُغُ حَوَالِي ٤٠٪ مِنْ ثِقَلِ الْعَرَبَةِ
وَيَتَحَرَّكُ عَلَى نَفْسِ قُضْبَانِهَا . وَقَدْ أُضِيفَتْ أَنْظِمَةٌ أَمَانٍ
عَدِيدَةٌ فِي الْمَصَاعِدِ الْحَدِيثَةِ ، مِنْهَا فُكُوكٌ عَلَى الْعَرَبَةِ
تَقْبِضُ عَلَى الْقُضْبَانِ الْمُرْشِدَةِ إِذَا قُطِعَ الْكَابِلُ الْحَامِلُ
لِلْعَرَبَةِ ، وَفَرَامِلُ خَاصَّةٌ عَلَى الْبَكَرَاتِ تُقْفَلُ عِنْدَ
انْقِطَاعِ الْقُدْرَةِ ، وَمُخَفِّفَاتُ صَدَمَاتٍ تُقَلِّلُ ثِقَلُ صَدْمَةِ
التَّوَقُّفِ الْفَجَائِي .

وَيُوجِّهُ الرُّكَّابُ الْمِصْعَدَ إِلَى طَائِقٍ مُعَيَّنٍ بِضَعْرِ زِرَارٍ
يُعْطِي إِشَارَاتٍ إلكترونيةً إِلَى صُنْدُوقِ تَحْكُمٍ مُزَوَّدٍ
بِمُعَالِجٍ دَقِيقٍ . وَيُمْكِنُ لِلْمِصْعَدِ أَنْ يَتَحَرَّكَ بِأَمَانٍ حَتَّى
١١٠ أَطْنَانٍ .



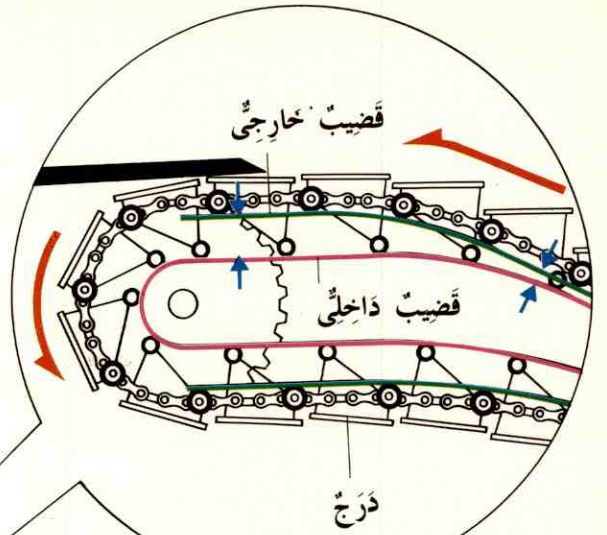
مُخَفِّفَاتُ الصَّدَمَاتِ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ قَاعِ
بَيْتِ الْمِصْعَدِ تَسْنُدُ الْعَرَبَةَ عِنْدَمَا تَصِلُ إِلَى
الطَائِقِ الْأَرْضِيِّ وَعِنْدَمَا تُدْفَعُ الْعَرَبَةُ الْكَابِلُ
إِلَى اسْفَلَ ، يَعْمَلُ الرِّجُّ اللَّزِجُ كَمَا صُورَ
لِلصَّدْمَةِ .



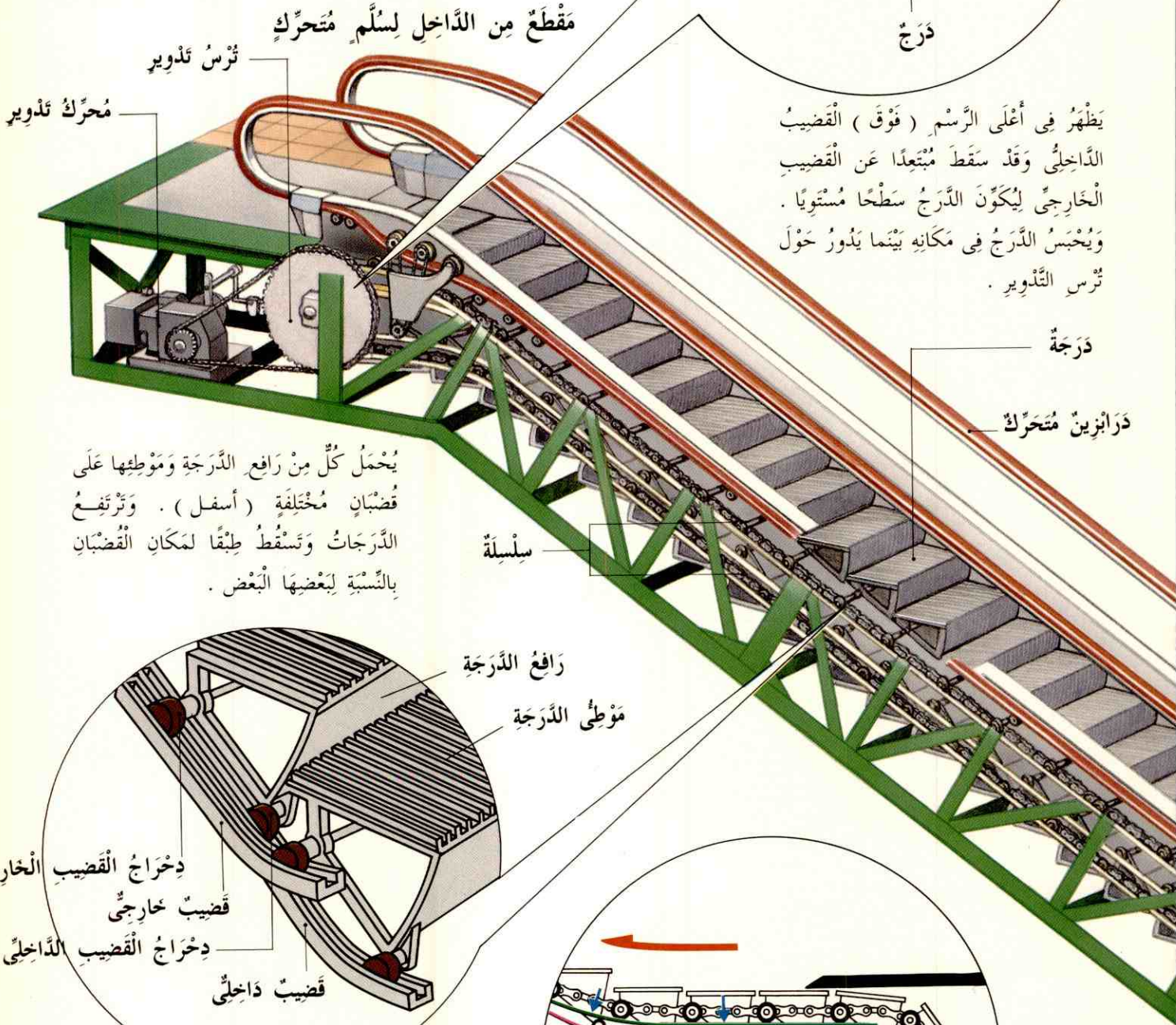
ثُرْسُ الرُّجُوعِ

أَجْزَاءُ الْمِصْعَدِ

السَّلاَمُ الْمُتَحَرِّكَةُ هِيَ دَرَجٌ مُتَحَرِّكٌ يُشْعَلُ بِطَرِيقَةِ السَّيْرِ الدَّوَّارِ وَيَحْمِلُ الرُّكَّابَ بَيْنَ طَائِفَتَيْنِ . وَتَمَّ مَسْكُ طُولِ مُسْتَمِرٍّ مِنْ دَرَجٍ مُتَشَابِهٍ — وَلَكِنَّهُ مُتَحَرِّكٌ — بِوَاسِطَةِ سِلْسِلَةٍ مَرْنَةٍ تَدُورُ حَوْلَ ثَرَسَيْنِ مُسَنَّيْنِ ، الْعُلُوَّى مِنْهُمَا يُدَارُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكِ . وَلِكُلِّ دَرَجَةٍ زَوْجٌ مِنَ الدَّحْرَاجَاتِ عَلَى كُلِّ مِنْ جَانِبَيْهَا تَسْتَقِرُّ فِي تَجَاوِيفِ الْقُضْبَانِ . وَيَتَوَقَّفُ مَكَانَ الدَّرَجِ عَلَى الْقُضْبَانِ . وَيَبْرُزُ الدَّرَجُ عِنْدَمَا يَتَحَرِّكُ نَحْوَ ثَرَسِ تَدْوِيرٍ ، وَيَهْبِطُ إِلَى أَسْفَلٍ مُكَوَّنًا سَطْحًا مُسْتَوِيًّا نَاعِمًا عِنْدَمَا يَصِلُ إِلَى نِهَازَةِ الْمَسَارِ . وَتَعْمَلُ الْأُرْصِفَةُ الْمُتَحَرِّكَةُ الْجَانِبِيَّةُ (سَيُورُ الْبَضَائِعِ وَالْأَشْخَاصِ) عَلَى نَظَرِيَّةٍ مُمَازِلَةٍ ، وَيُسْتَبَدَّلُ الدَّرَجُ بِمَادَّةٍ مُزَوَّدَةٍ بِالْمَطَاطِ تَتَحَرِّكُ عَلَى مُسْتَوًى أَفْقِيٍّ بَيْنَ ثَرَسَيْنِ .

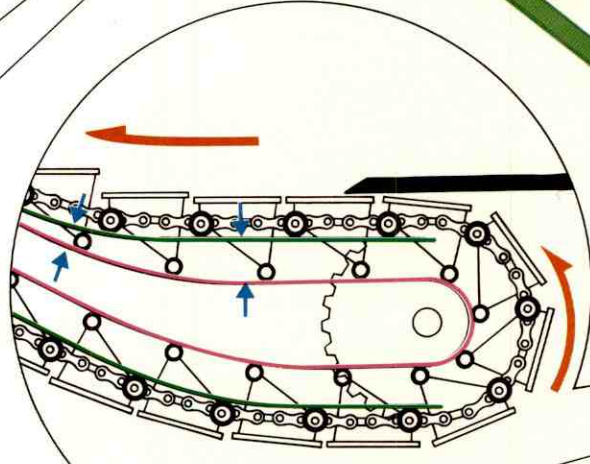


يَظْهَرُ فِي أَعْلَى الرَّسْمِ (فَوْقَ) الْقَضِيبِ الدَّاخِلِيِّ وَقَدْ سَقَطَ مُبْتَعِدًا عَنِ الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ لِيَكُونَ الدَّرَجُ سَطْحًا مُسْتَوِيًّا . وَيُخْبَسُ الدَّرَجُ فِي مَكَانِهِ بَيْنَمَا يَدُورُ حَوْلَ ثَرَسِ التَّدْوِيرِ .



يُحْمَلُ كُلُّ مِنْ رَافِعِ الدَّرَجَةِ وَمَوْطِيهَا عَلَى قُضْبَانٍ مُخْتَلِفَةٍ (أَسْفَلِ) . وَتَرْتَفِعُ الدَّرَجَاتُ وَتَسْقُطُ طَبَقًا لِمَكَانِ الْقُضْبَانِ بِالنَّسَبَةِ لِبَعْضِهَا الْبَعْضُ .

يَظْهَرُ فِي أَسْفَلِ الرَّسْمِ الدَّحْرَاجَاتُ الدَّاخِلِيَّةُ تَتَحَرِّكُ عَلَى الْقَضِيبِ الدَّاخِلِيِّ الَّذِي يَقْتَرِبُ مِنَ الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ فَيُجْبِرُ كُلَّ دَرَجَةٍ عَلَى الْبُرُوزِ لِأَعْلَى .



كَيْفَ يُرْسَلُ فَاكْسٌ أَوْ يُسْتَقْبَلُ؟

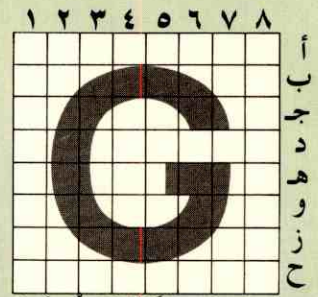
التَّليْفُونُ بِوَاسِطَةِ مُشَكِّلٍ . وَعِنْدَ الْمُسْتَقْبِلِ ، يَتِمُّ حَلُّ شِفْرَةِ الْمَوْجَاتِ الْوَارِدَةِ وَتُعْذَى إِلَى مُسَجِّلٍ يُعِيدُ تَكْوِينَ الصَّفْحَةِ بِاسْتِخْدَامِ رَأْسِ حَرَارِيٍّ مُتَحَكِّمٍ فِيهِ بِحَاسِبٍ آلِيٍّ وَيَتَكَوَّنُ مِنْ ١٧٢٨ سِلْكًا تَسْخُنُ وَتَبْرُدُ بِسُرْعَةٍ . وَيَتَغَيَّرُ اللَّوْنُ فِي الْأَمَاكِنِ الَّتِي تَلْمِسُهَا الْأَسْلَاكُ السَّاحِنَةُ مُكَوَّنَةً نُسْخَةً طَبَّقَ الْأَصْلَ مِنَ الْمُسْتَنْدِ الْأَصْلِيِّ .

رَأْسُ الطَّبَاعَةِ

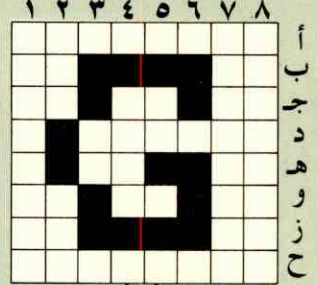
مَنْظَرٌ مِنَ الدَّخِيلِ
لِجِهَازِ فَاكْسٍ

تُرْسَلُ أَجْهَزَةُ الْفَاكْسِمِيلِ (صُورَةُ طَبَقِ الْأَصْلِ) النَّصُوصِ وَالصُّوَرِ عَلَى خُطُوطِ التَّليْفُونِ . وَعِنْدَ إِرسَالِ صَفْحَةٍ بِالنِّظَامِ الْمَوْصَحِ أَسْفَلَ ، فَإِنَّهُ يَتِمُّ إِصْأَةُ جُزْءٍ مِنَ الْمُسْتَنْدِ بِوَاسِطَةِ مِصْبَاحٍ ، وَيُوجَّهُ الضَّوُّ الْمُنْعَكِسُ بِوَاسِطَةِ مَرَايَا إِلَى عَدْسَةٍ وَجِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ (CCD) . وَهَذَا الْجِهَازُ يُحَسُّ بِالْمَنَاطِقِ الْمُضِيئَةِ وَالْمُظْلِمَةِ فِي قِطَاعَاتٍ صَغِيرَةٍ مِنَ الصُّورَةِ تُسَمَّى نَقِيطَاتِ الصُّورَةِ . ثُمَّ تُحَوَّلُ نَقِيطَاتُ الصُّورَةِ إِلَى أَرْقَامٍ يُمَكِّنُ تَحْوِيلَهَا إِلَى مَوْجَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ بِجِهَازٍ يُسَمَّى الْمَحَوَّلَ التَّنَاطُرِيِّ / الرِّقْمِيِّ (A/D) . وَتُرْسَلُ هَذِهِ الْإِشَارَةُ عَلَى خُطُوطِ

● إِرسَالُ صُورَةٍ

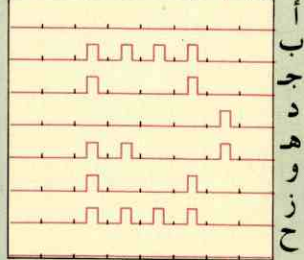


١ - يُقَسَّمُ الْمَسَاحُ
الصُّورَةِ إِلَى نَقِيطَاتٍ .

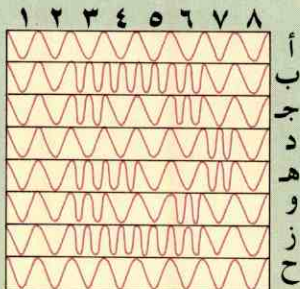


٢ - تُكَوَّنُ النُّقِيطَاتُ
إِمَّا سَوْدَاءَ أَوْ بَيَضَاءَ .

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨



٣ - تُحَوَّلُ خَرِيطَةُ
النُّقِيطَاتِ إِلَى أَرْقَامٍ .



٤ - تُحَوَّلُ الْإِشَارَةُ
الرَّقْمِيَّةُ إِلَى إِشَارَةٍ
تَّنَاطُرِيَّةٍ .

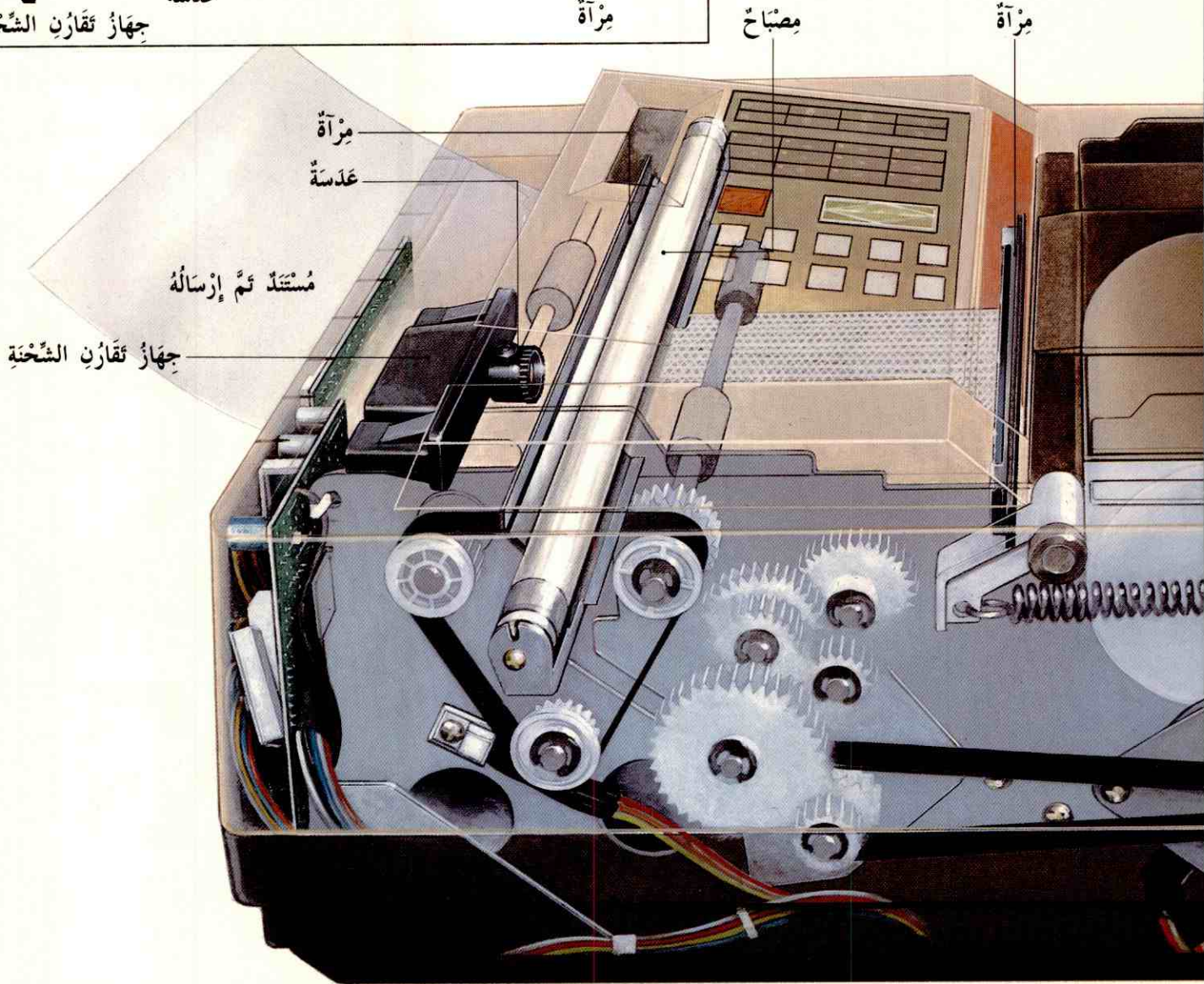
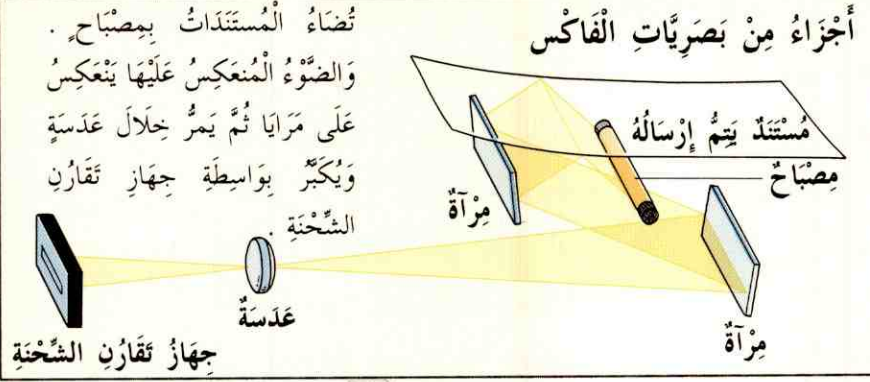
٦ - يَسْتَقْبِلُ جِهَازُ
الْفَاكْسِ الْإِشَارَةَ .

٧ - يُحَوَّلُ الْجِهَازُ
الْإِشَارَةَ التَّنَاطُرِيَّةَ إِلَى
رَقْمِيَّةٍ .

٥ - تُرْسَلُ الْإِشَارَةُ
التَّنَاطُرِيَّةُ الْمَكُونَةُ مِنْ
تَرْدُّدَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عَلَى
خُطُوطِ التَّليْفُونِ .

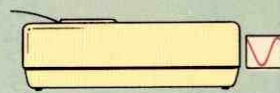
يُرْسَلُ جِهَازُ الْفَاكْسِ (أَسْفَلَ) إِشَارَاتٍ مُوجَّيَّةً تَنَاظُرِيَّةً (أَوْ مُوجَّاتٍ مُتَّصِلَةً) عَلَى حُطُوطِ التَّلِيْفُونِ . أَمَّا الْأَجْهَرَةُ الْأَخْذَتُ فَتَحْدِثُ إِزْسَالًا رَقْمِيًّا عَلَى حُطُوطِ التَّلِيْفُونِ . وَهَذِهِ تُعْطِي رَسَائِلَ أَوْضَحَ وَيُمْكِنُهَا إِزْسَالُ الْأَلْوَانِ بِالإِضَافَةِ لِلْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ .

أَجْزَاءُ مِنْ بَصَرِيَّاتِ الْفَاكْسِ



إِزْسَالُ رَقْمِيٍّ

يُرْسَلُ الْفَاكْسُ الرَّقْمِيُّ الرَّسَائِلَ أَسْرَعَ مِنَ الْفَاكْسِ الْعُلُويِّ . وَتَمَّ إِشَارَةُ جِهَازِ تَوْصِيلِ الشُّحْنَةِ الْخَارِجَةِ خِلَالَ مُحْوَلٍ تَنَاظُرِيٍّ / رَقْمِيٍّ (A/D) ثُمَّ مُعَالَجَ دَقِيقٍ ، مُشْكَلٌ قَبْلَ تَعْدِيلِهَا إِلَى خَطِّ التَّلِيْفُونِ . وَتُعَكِّسُ الْإِشَارَاتُ الْوَارِدَةُ مَسَارَهَا وَلَكِنَّهَا تُرْسَلُ إِلَى طَائِعَةٍ بَدَلًا مِنْ جِهَازِ تَقَارُنِ الشُّحْنَةِ .



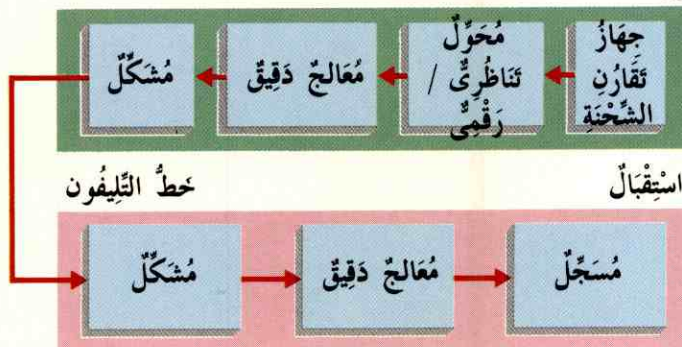
٨ - مُحْوَلُ الْبَيِّنَاتِ

الرَّقْمِيَّةِ إِلَى نَقِيطَاتٍ .

٩ - وَيَعَادُ تَكُونُ

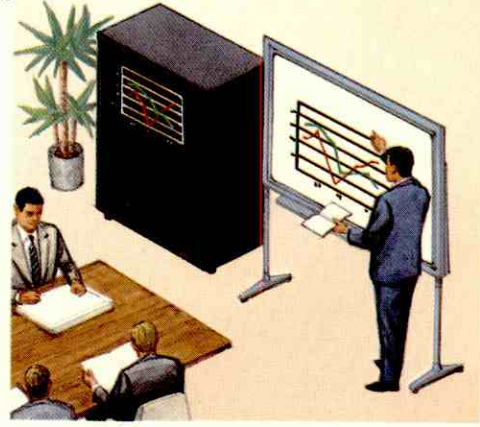
الصُّورَةِ بِوَاسِطَةِ خَرِيطَةِ نَقِيطَاتِ الصُّورَةِ .

إِزْسَالُ



مَا هِيَ السُّبُورَةُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ؟

سُّبُورَةُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ



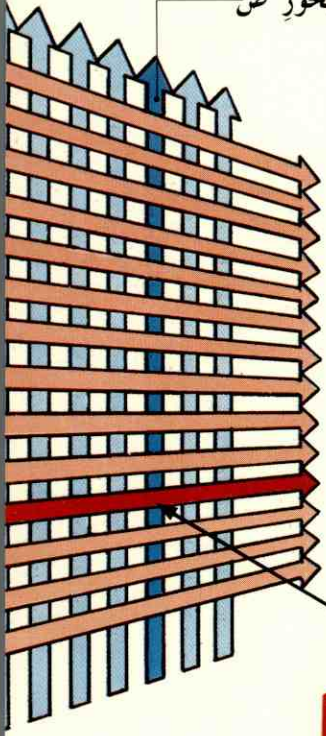
أَدَاةُ عَمَلٍ طَيِّعَةٌ

يَسْتَعْمِدُ بَعْضُ رِجَالِ الْأَعْمَالِ السُّبُورَاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةَ فِي الْاجْتِمَاعَاتِ . فَإِذَا لَزِمَ تَوْزِيْعُ جَدَاوِلَ رَقْمِيَّةٍ أَوْ أَفْكَارٍ سَرِيعَةٍ عَلَى الْمُشَارِكِينَ أَوْ عَلَى مَجْمُوعَاتٍ أُخْرَى فَإِنَّهُ يُمْكِنُ اسْتِخْدَامَ طَائِعَةِ السُّبُورَةِ .

فَرْخٌ سَفْلِيٌّ (مَحْوَرٌ ص)

فَرْخٌ عُلوِيٌّ (مَحْوَرٌ س)

مَسَارُ التَّيَّارِ عَلَى مَحْوَرِ ص



أَفْرُخٌ مَشْحُونَةٌ رَقِيقَةٌ

يَمُرُّ التَّيَّارُ فِي اتِّجَاهَيْنِ مُتَعَامِدَيْنِ فِي فَرْخَيْنِ رَقِيقَيْنِ مَرْتَيْنِ خَلْفَ سَطْحِ السُّبُورَةِ . وَضَعُ الْقَلَمِ عَلَى سَطْحِ السُّبُورَةِ يَجْعَلُ اللَّوْحَيْنِ يَتَلَامَسَانِ ، فَتَحْدُثُ تَغْيِرَاتٌ فِي الْمَقَاوِمَةِ الْكَهْرَبِيَّةَةِ عِنْدَ نَقْطِ التَّلَاسُ .

تُحَدِّدُ مَجَسَّاتُ السُّبُورَةِ أَمَاكِينَ تَغْيِرَاتِ الْمَقَاوِمَةِ الْكَهْرَبِيَّةَةِ وَفَقًا لِإِحْدَائِيَّاتِ الْمَحْوَرَيْنِ السَّيْنِي وَالصَّادِي ثُمَّ يَتَرَجَّمُ مُعَالِجٌ دَقِيقٌ هَذِهِ النَّبْضَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ إِلَى صُورَةٍ مُسْتَعْدِمًا طَرِيقَةً تُشَبِّهُ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ الطَّرِيقَةَ الَّتِي يَسْتَعْمِدُهَا جِهَازُ الْفَاكْسِ .

السَّطْحُ الْعُلُوِيُّ الْأَبْيَضُ

قَلَمٌ أَسْوَدٌ

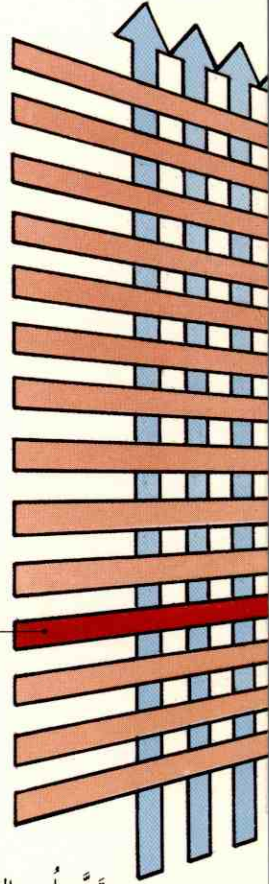
قَلَمٌ أَحْمَرٌ

قَلَمٌ أَزْرَقٌ

اِحْتِيَارُ الْأَلْوَانِ

تَتَعَرَّفُ السُّبُورَةُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ عَلَى ثَلَاثَةِ أَقْلَامٍ مُخْتَلِفَةٍ الْأَلْوَانِ بِوَاسِطَةِ إِشَارَاتٍ إِلِكْتُرُونِيَّةٍ تُرْسَلُ إِلَى الْمُعَالِجِ الدَّقِيقِ عِنْدَمَا تُرْفَعُ الْأَقْلَامُ مِنْ حَوَامِلِهَا أَسْفَلَ السُّبُورَةِ . وَتُحْطَرُ إِشَارَةٌ مُمَازِلَةٌ السُّبُورَةِ أَنَّ الْمِمْحَاةَ قَدْ تَمَّ اسْتِخْدَامُهَا .

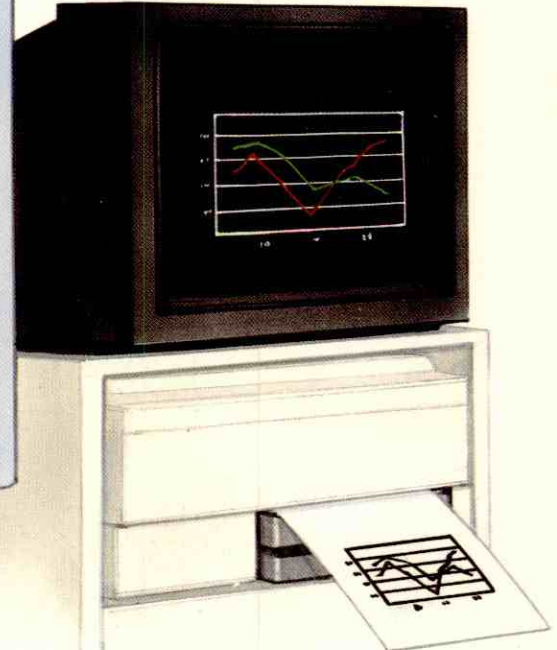
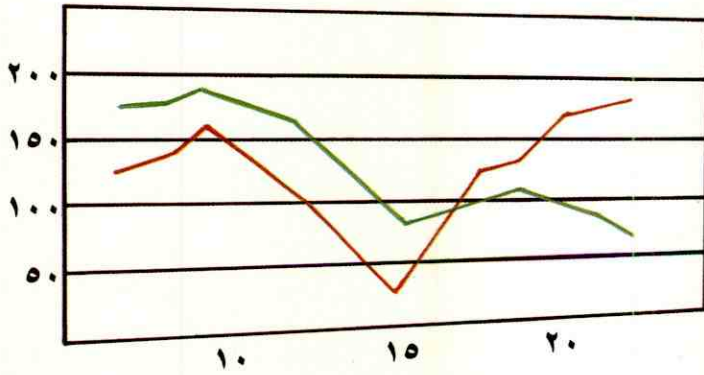
بدلاً من الإزدواج والطَّاشير ، فإنَّ السُّبُورَةَ الإِلِكْتُرُونِيَّةَ تُحَوِي لَوْحَةً لِلطَّبَاعَةِ الإِلِكْتُرُونِيَّةِ لَهَا أَفْلَامٌ خَاصَّةٌ ، وَيُمْكِنُهَا إِتْجَانُ نُسْخٍ مِنْ أَى شَيْءٍ يُخَطَّطُ عَلَى سَطْحِهَا الْقَابِلِ لِحَوِّ مَا عَلَيْهِ . وَبَيْنَمَا يَتَحَرَّكُ أَحَدُ هَذِهِ الْأَفْلَامِ الْخَاصَّةِ عَبْرَ سَطْحِ اللَّوْحَةِ ، فَإِنَّهُ يُحْدِثُ تَغْيِرَاتٍ فِي مَسَارِ التِّيَّارِ الْمَارِّ فِي الْأَفْرُخِ الْمُوصَلَّةِ الْحَسَّاسَةِ لِلضَّغْطِ وَالْمَوْجُودَةِ خَلْفَ سَطْحِ اللَّوْحَةِ . وَكَانَ لِبَعْضِ الشَّرِكَاتِ الْيَابَانِيَّةِ دَوَّرَ رَائِدٌ فِي اسْتِخْدَامِ هَذِهِ السُّبُورَاتِ فِي مَكَاتِبِهَا ، وَلِتَنْقُلَ وَتَحْتَفِظَ بِالْمَعْلُومَاتِ عَنِ الْاجْتِمَاعَاتِ لِإِحْطَارِ الْفُرُوعِ الْبَعِيدَةِ لِلْمَكَاتِبِ .



السَّطْحُ الْأَبْيَضُ لِلْسُّبُورَةِ
(أَسْفَل) هُوَ أَفْرُخٌ رَقِيقَةٌ
حَسَّاسَةٌ لِلضَّغْطِ مَشْحُونَةٌ
وَمُخْتَفِيَةٌ .

مَسَارُ التِّيَّارِ
عَلَى مَحْوَرِ السِّيَّاتِ .

تَتَّصِلُ السُّبُورَاتُ الْحَدِيثَةُ
بِشَاشَاتٍ يُمْكِنُهَا تَقْدِيمُ نُسْخٍ
مُطَابِقَةٍ لِلْمَسْجَلِ عَلَى السُّبُورَةِ .



يَتَّصِلُ بِالسُّبُورَةِ الإِلِكْتُرُونِيَّةِ
حَاسِبٌ آلِيٌّ يَسْمَحُ بِالتَّخْزِينِ
الدَّائِمِ لِلصُّوَرِ .

تُخْرَجُ طَابَعَةٌ نُسْخَةٌ وَرَقِيَّةٌ مِنْ
الْمَسْجَلِ عَلَى السُّبُورَةِ .

آلات

4

لوقت الفراغ

يَسْتَحْدِمُ النَّاسُ فِي أَوْقَاتِ لَعِبِهِمْ آلَاتٍ تَقْتَرِبُ فِي عَدَدِهَا مِنْ تِلْكَ الَّتِي يَسْتَحْدِمُونَهَا فِي أَوْقَاتِ عَمَلِهِمْ . فَالْصُّورُ عَلَى شَاشَةِ التَّلِفِزِيُونِ ، وَالْمُوسِيقَى مِنْ جِهَازِ الْمِذْيَاحِ ، وَصُورُ الْأَصْدِقَاءِ ، كُلُّهَا تَرْجِعُ إِلَى اخْتِرَاعَاتِ الْقَرْنِ الْعَشْرِينَ فِي الْإِلِكْتُرُونِيَّاتِ وَالْكِيمِيَاءِ .

وَيَسْتَحْدِمُ مَحَطَّاتُ الْإِذَاعَةِ أَجْهَزَةَ الْكُثْرُونِيَّةِ لِتَحْوِيلِ الْأَصْوَاتِ إِلَى نَبْضَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ثُمَّ تُذَيِّعُهَا ، وَيَقُومُ الْمِذْيَاحُ فِي الْمَنَازِلِ بِتَحْوِيلِ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ إِلَى أَصْوَاتٍ مَرَّةً أُخْرَى . وَتُصَيِّفُ مَحَطَّاتُ التَّلِفِزِيُونِ الصُّورَ إِلَى إِذَاعَتِهَا ، فَتُرْسَلُ إِشَارَاتُ مُنْفَصِلَةٍ لِلْأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ الَّتِي تُنْدَمِجُ ثَانِيًا فِي جِهَازِ التَّلِفِزِيُونِ . وَالْمَنَاطِيرُ الْمُقَرَّبَةُ الثَّلَاثِيَّةُ وَجَمِيعُ أَنْوَاعِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ — سَوَاءً لِلتَّصْوِيرِ الْعَادِيِّ أَوْ التَّلِفِزِيُونِيِّ — تَعْتَمِدُ عَلَى نَظَرِيَّاتٍ بَصَرِيَّةٍ مُنْتَدَّةٍ الْجُدُورِ . فَخِلَالِ الـ ٤٠٠ سَنَةٍ الْأَخِيرَةِ تَنَاوَلَتِ الْعُلُومُ الطَّرِيقَةَ الَّتِي تُنْفَذُ وَتُعَكِّسُ وَتُكْسِرُ بِهَا الْعَدَسَاتُ الْمُخْتَلِفَةُ الضَّوْءَ السَّاقِطَ عَلَيْهَا . وَلَكِنَّ الْإِخْتِرَاعَاتِ الْحَدِيثَةَ فِي الْإِلِكْتُرُونِيَّاتِ أَظْهَرَتْ مُمَيَّزَاتٍ أُخْرَى مِثْلَ التَّرْكِيزِ التَّلَقَائِيِّ لِلصُّورَةِ الَّتِي يَصْنَعُ الْجِسْمُ الْمَرَادُ تَصْوِيرُهُ فِي بُورَةِ التَّصْوِيرِ . وَقَادَتِ الدَّرَاسَاتُ الْمُتَقَدِّمَةُ فِي الْكِيمِيَاءِ إِلَى إِتْجَاعِ الْفِيلْمِ (الْبُولَازَوِيد) الَّتِي يُظْهَرُ الصُّورَةُ وَيَطْبَعُهَا بَعْدَ لَحَظَاتٍ مِنَ التَّصْوِيرِ . وَالْكِيمِيَاءُ مَسْئُولَةٌ أَيْضًا عَنِ الْمَوَادِّ الْخَاصَّةِ الَّتِي تُصْنَعُ مِنْهَا أَشْرَاطُ الْفِيدْيُو ، وَالْأَقْرَاصُ الصُّورِيَّةُ الْمَدْمَجَةُ ، وَأَنَايِبُ الصُّورَةِ فِي جِهَازِ التَّلِفِزِيُونِ .

وَقَدْ غَيَّرَتْ كَثِيرٌ مِنَ الْإِخْتِرَاعَاتِ الْحَدِيثَةِ الطَّرِيقَةَ الَّتِي يَقْضِي بِهَا النَّاسُ أَوْقَاتَ فَرَاحِهِمْ ، وَيَسْتَعْرِضُ هَذَا الْفَصْلُ طَرِيقَةَ عَمَلِ عَدَدٍ مِنَ هَذِهِ الْأَجْهَزَةِ الَّتِي تُسَاعِدُ النَّاسَ فِي تَسْلِيَتِهِمْ .

يَعِجُّ هَذَا الصُّنْدُوقُ الْأَزْرَقُ — الْأَصْفَرُ بِاخْتِرَاعَاتِ الْكُثْرُونِيَّةِ مِنَ الْقُرْصِ الصُّورِيِّ الْمَدْمَجِ إِلَى الْفِيلْمِ السِّنِمَائِيِّ ، وَهِيَ عَيْنَةٌ مِنْ أَشْيَاءٍ تُجْعَلُ وَقْتُ الْفَرَاغِ أَكْثَرَ مُمْتَعَةً . وَيُظْهَرُ عَلَى شَاشَةِ التَّلِفِزِيُونِ كَيْفَ تَرَى آلَةُ تَصْوِيرِ فِيدْيُو — غَيْرُ ظَاهِرَةٍ — هَذَا الْمَنْظَرَ بِأَكْمَلِهِ .



كَيْفَ تَرْكُزُ آلَةُ

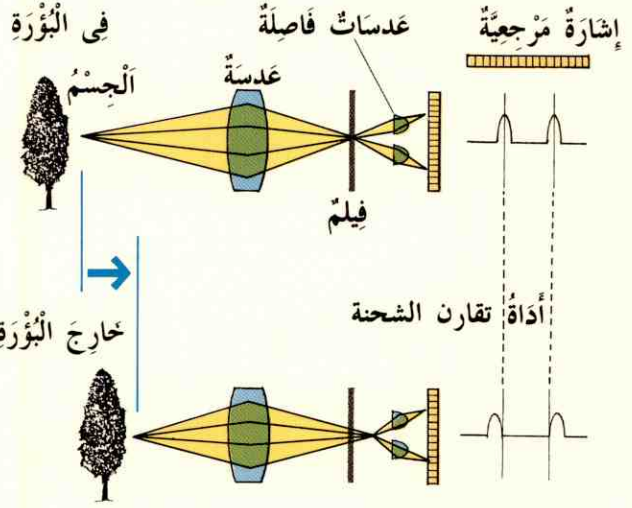
آلة التصوير الانعكاسية أحادية العدسة هي خُزْمَةٌ مُحْكَمَةٌ من المكوّنات البصريّة والدوائر الإلكترونيّة . ويستطيع المصور أن يركّز الصورة يدويًا بإدارة حلقة التركيز المحيطة بالعدسة ، والتي تحرك العدسة قريبًا أو بُعْدًا عن الفيلم . ولكن آلة التصوير المجهّزة بالتركيز الذاتي (AF) تقيس المسافة إلى الجسم إلكترونيًا وتضبط نفسها لتكون صورة مُركّزة واضحة . وأحد أنواعها



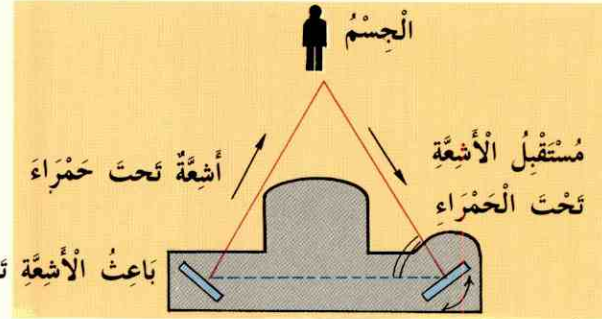
مُجسّ التركيز الذاتي هذا المنظّر التفصيلي لمُجسّ التركيز الذاتي يبيّن كيف يسير الضوء إلى العدسات الفاصلة حيث ينقسم الضوء ليُسقط صورًا ثنائية على مُقارن الشحنة . وعندما تكون الإشارات في طور واحد يكون الجسم في البؤرة .

تُرْكُيز ذاتي بالاكْتِشاف الطّوري

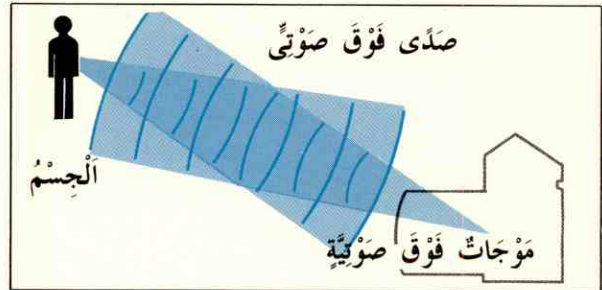
بينما يمرّ الضوء خلال العدسة ، فإنّه ينعكس إلى العدسات الفاصلة التي تُسقط صورًا ثنائية على مُقارن الشحنة الذي يُحوّل هذه الصور إلى نبضات كهربيّة تحلّل بواسطة المُعالجات الدّقيقة . وعندما تتحاذى هذه الإشارات مع الإشارة المرجعيّة فإنّها تكون على نفس الطور وفي البؤرة .



أنظمة مُختلفة للتركيز الذاتي



مثّل من أشعة تحت حمراء . في بعض آلات التصوير تُوجّه خُزْمَةٌ تحت حمراء على الجسم ، تُحدّد زاوية ارتداده بُعْد الجسم .

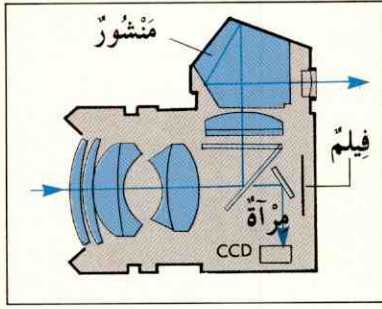


قياس زمن الموجات فوق الصوتية . تُرسل هذه الكاميرا موجات صوتية عالية التردد ، وبحساب زمن رُجوعها تُحدّد بُعْد الجسم .

دائرة مسؤولة

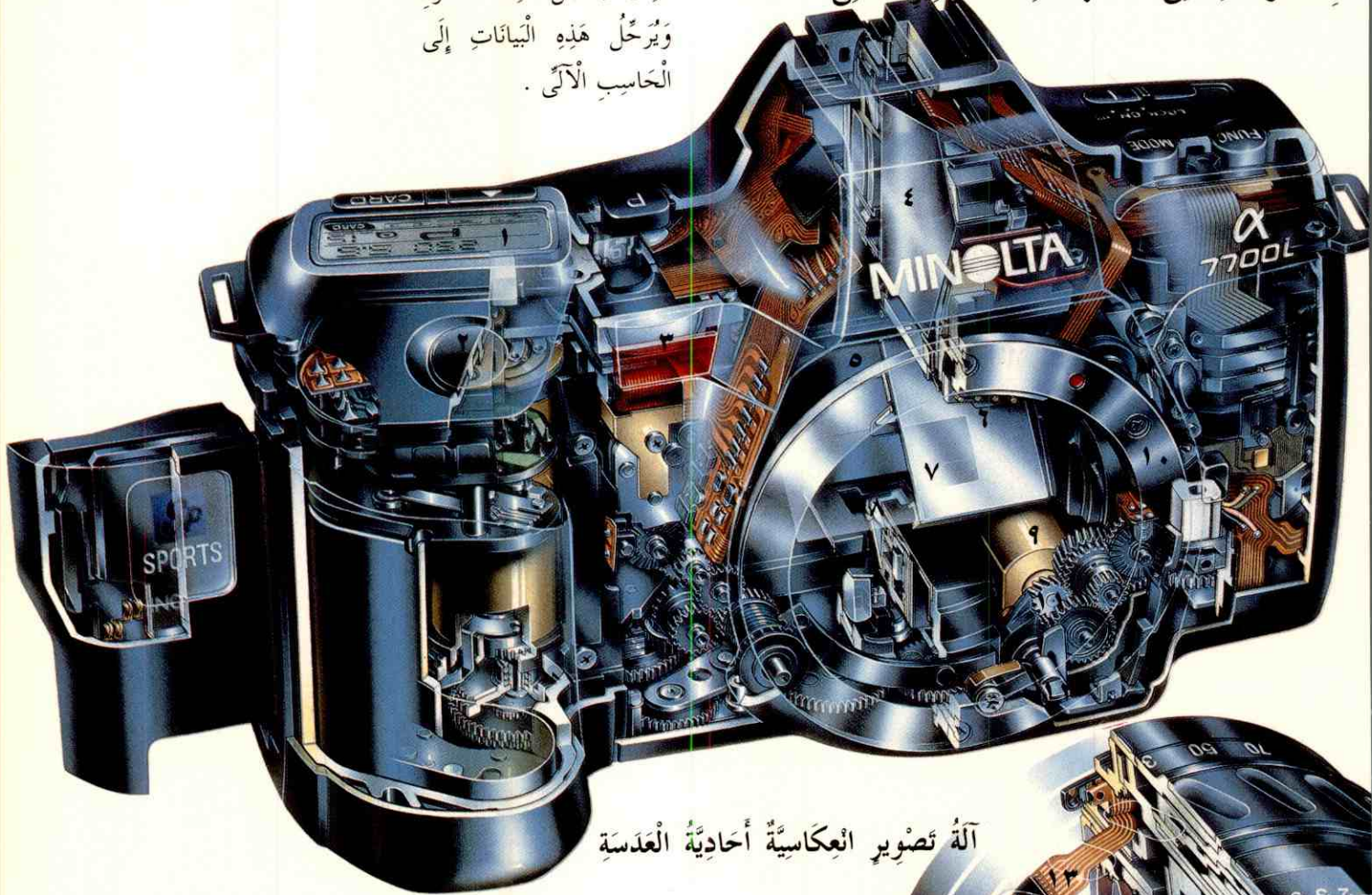
يأخذ المُعالج الدقيق (الدائرة أعلى) القياسات من مُقارن الشحنة ويحسب بُعْد الجسم ثم يُرسل إشارات إلى مُحرك التركيز بالمسافة التي تتحركها العدسة ليكون الجسم في البؤرة .

التصوير ذاتيًا؟



مَسَارُ الضَّوِّ
يَمُرُّ الضَّوُّ خِلَالَ العَدْسَةِ إِلَى المِرْآةِ ثُمَّ يَنْقَسِمُ ، فَيَمُرُّ بَعْضُهُ خِلَالَ المَشْورِ إِلَى النَّاظِرِ وَيَمُرُّ البَاقِي إِلَى مُجَسِّ الضَّوِّ — أَداة تَقَارَن الشَّحْنَةِ — الَّتِي يُسَجِّلُ شِدَّةَ الضَّوِّ وَيَرْحُلُ هَذِهِ البَيِّنَاتِ إِلَى الحَاسِبِ الِآتِي .

يُسْقِطُ خُزْمَةٌ مِنَ الأَشْعَةِ تَحْتَ الحَمْرَاءِ عَلَى الجِسْمِ وَيَقِيسُ زَاوِيَةَ انْعِكَاسِهَا عَلَيْهِ لِيُحَدِّدَ المَسَافَةَ . وَيَسْتَخْدِمُ نَوْعَ آخَرَ دَفْعَةً مِنَ المَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ غَيْرِ المَسْمُوعَةِ ، وَيَقِيسُ المَسَافَةَ بِحِسَابِ زَمَنِ رُجُوعِ الدَّفْعَةِ . وَتَتَحَرَّكُ العَدْسَةُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكِ يَتَأَثَّرُ بِالمَعْلُومَاتِ الَّتِي تَجْمَعُهَا أَنْظِمَةُ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي .

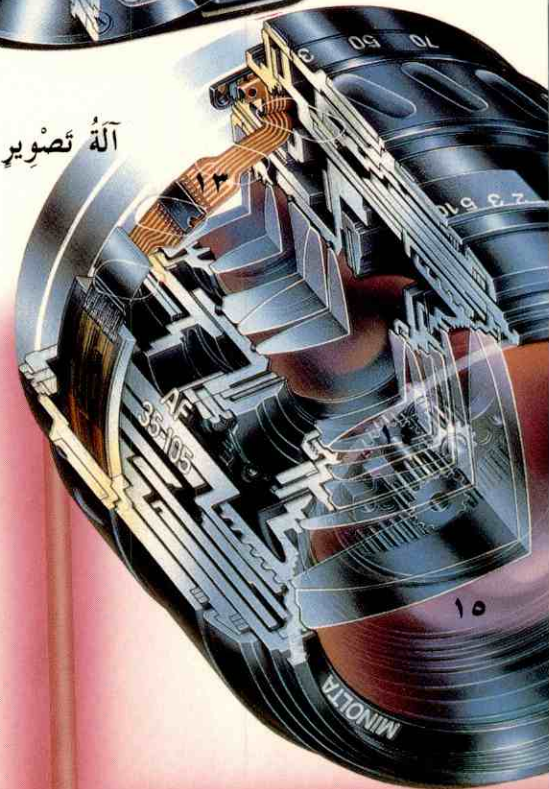


آلةُ تَصْوِيرٍ انْعِكَاسِيَّةٍ أَحَادِيَّةِ العَدْسَةِ

- ١ — شَاشَةٌ بَلُورِيَّةٌ سَائِلَةٌ لِلإِظْهَارِ
- ٢ — زَرَارُ الفَلَقِي
- ٣ — بَاعْثُ الأَشْعَةِ تَحْتَ الحَمْرَاءِ
- ٤ — مَشْورٌ صَوْتِي
- ٥ — كَاشِفُ الأَشْعَةِ تَحْتَ الحَمْرَاءِ
- ٦ — مُلَامِسُ إِشَارَةِ عَدْسَةِ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي
- ٧ — مِرْآة
- ٨ — مُجَسِّ صَوْتِي
- ٩ — مُحَرِّكُ عَدْسَةِ التَّرْزِيمِ (التَقْرِيْب)
- ١٠ — خَلْقَةٌ تُحِيطُ بِالعَدْسَةِ
- ١١ — ثُرْسُ تَدْوِيرِ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي
- ١٢ — مِفْرَنَةُ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي
- ١٣ — مُعَالِجٌ ذَقِيقٌ
- ١٤ — مُحَرِّكُ التَّرْكِيزِ
- ١٥ — عَدْسَةٌ

مُحَرِّكُ يَرْكُزُ العَدْسَةِ

عِنْدَمَا يَسْتَقْبِلُ مُحَرِّكُ التَّرْكِيزِ إِشَارَةً مِنْ دَائِرَةِ التَّحْكَمِ ، فَإِنَّهُ يُحَرِّكُ العَدْسَةَ إِلَى الأَمَامِ أَوْ الخَلْفِ فِي المَوْضِعِ الَّذِي يَضَعُ الصُّورَةَ فِي البُورَةِ . وَتَكُونُ الحَرَكَةُ مُتَنَاهِيَةً الدَّقَّةِ بِفَضْلِ نِظَامٍ مِنَ التُّرُوسِ الصَّغِيرَةِ .



كَيْفَ يُكُونُ التِّلْفِزِيُّونُ صُورًا مُلَوَّنَةً؟

وَالْأَسْوَدُ . أَمَّا فِي أَتُبُوبِ الصُّورَةِ الْمُلَوَّنَةِ ، فَلِكُلِّ نَقْطَةٍ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٍ مِنَ الْفُسْفُورَةِ عِنْدَمَا يَصْدِمُهُ الْكُتْرُونُ : أَنْ يُومِضَ بِالْأَحْمَرِ أَوْ الْأَخْضَرِ أَوْ الْأَزْرَقِ . أَمَّا الْكَامِيرَا التِّلْفِزِيُونِيَّةُ فَتَلْتَقِطُ ثَلَاثَ صُورٍ مُنْفَصِلَةٍ ، وَاحِدَةً بِكُلِّ لَوْنٍ . وَعِنْدَمَا يَقْدِفُ كُلُّ مَدْفَعِ الْكُتْرُونِيِّ ، فَإِنَّهُ يَمْسَحُ الشَّاشَةَ مِنْ خِلَالِ حَاجِزٍ مُثَقَّبٍ يَسْمَحُ لِلشَّعَاعِ الْإِلِكْتْرُونِيِّ بِأَنْ يَصْطَدِمَ فَقَطْ بِنَقْطِ اللَّوْنِ الصَّحِيحِ . وَتَتَكُونُ صُورَةٌ وَاضِحَةٌ مِنْ جَمِيعِ النُّقْطِ مَعًا .

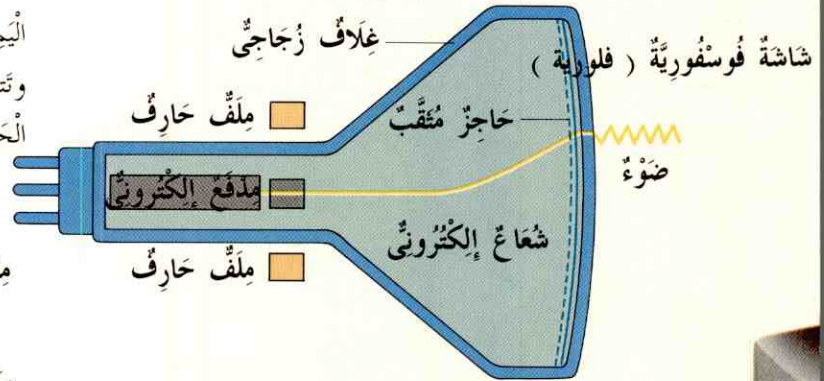
شَّاشَةُ التِّلْفِزِيُونِ (الْمِرْنَاهُ) هِيَ الْجُزْءُ الْمَسْطَحُ مِنْ أَتُبُوبِ الصُّورَةِ . وَيُعْطَى الْأَتُبُوبُ مِنَ الدَّخِيلِ بِآلَافٍ مِنَ النَّقْطِ الْفُوسْفُورِيَّةِ الَّتِي تُوَمِضُ عِنْدَمَا يَصْدِمُهَا الْكُتْرُونُ ، وَالْمَرْتَبَةُ فِي ٥٢٥ صَفًّا . وَيُوجَدُ مَدْفَعُ الْكُتْرُونِيِّ عِنْدَ النَّهَائَةِ الصِّيقَةِ لِلْأَتُبُوبِ يَقْدِفُ الْكُتْرُونَاتِ عَلَى الشَّاشَةِ عِنْدَمَا يَسْتَقْبِلُ إِشَارَاتٍ مِنْ مَحْطَّةِ تِلْفِزِيُونٍ أَوْ مُسَجِّلٍ فِيدِيُو . وَيَدُلُّ عَدَدُ الْإِشَارَاتِ فِي الثَّانِيَةِ عَلَى قُوَّةِ إِضَاءَةِ كُلِّ نَقْطَةٍ مِنَ نَقْطِ الصُّورَةِ الَّتِي عَلَى الشَّاشَةِ . وَلَا تُضَيءُ هَذِهِ النَّقْطَةُ إِلَّا بِضَوْءٍ أَبْيَضٍ فِي أَتُبُوبِ الصُّورَةِ الْأَبْيَضِ

تَرْكِيبُ أَتُبُوبِ تِلْفِزِيُونٍ مُلَوَّنٍ



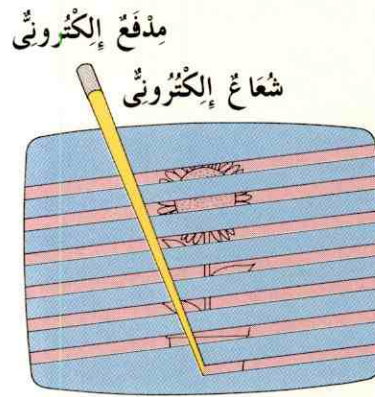
كَيْفَ يَعْمَلُ أَتْيُوبُ الصُّورَةِ ؟

تُعَالِجُ المَدَافِعُ الإِلِكْتُرُونِيَّةُ الإِشَارَاتِ الوَارِدَةَ مِنْ مَحْطَّةِ التَّلِيْفِزْيُونِ أَوْ مُسَجِّلِ الْفِيدْيُو ، وَتُرْسِلُ سَيَّلًا مُنْتَظِمًا مِنَ الإِلِكْتُرُونَاتِ إِلَى شَاشَةِ التَّلِيْفِزْيُونِ الْفُوسْفُورِيَّةِ السَّطْحِ . وَتُوجِّهُ الْمِلْفَاتُ الْحَارِفَةُ سَيَّلَ الإِلِكْتُرُونَاتِ مِنْ جَانِبٍ إِلَى آخَرَ بِعَمَلِيَّةٍ تُسَمَّى الْمَسْحُ ، فَتَتَكَوَّنُ صُورَةٌ جَدِيدَةٌ كُلَّ ١/٣٠ مِنْ الثَّانِيَةِ .



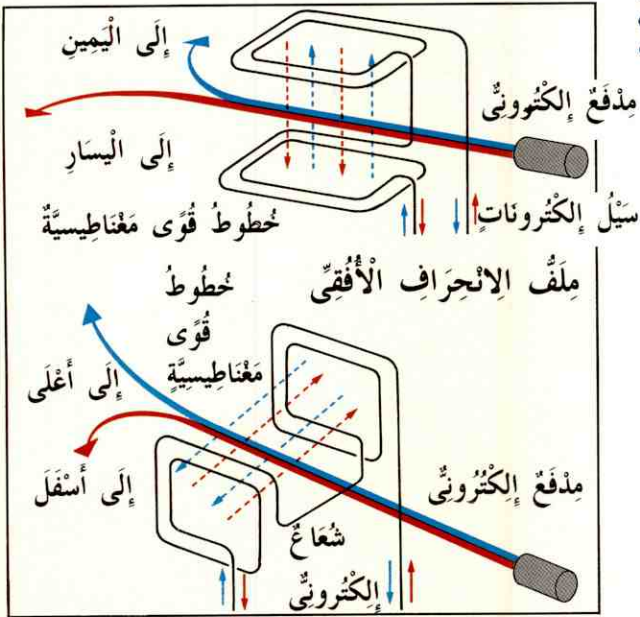
مَسْحُ الصُّورَةِ

يُعِيدُ الشَّعَاعُ الإِلِكْتُرُونِيُّ إِضَاءَةَ كُلِّ نَقْطَةٍ خَطِّ (وَتَرِّي) فَرْدِيٍّ مِنْ خُطُوطِ الصُّورَةِ ثُمَّ يَعُودُ مَرَّةً أُخْرَى لِيُعِيدَ إِضَاءَةَ نَقْطَةِ الْخُطُوطِ (الشَّفَعِيَّةِ) الزَّوْجِيَّةِ . وَلَا تُمَيِّزُ الْعَيْنُ فتراتِ سَكُونٍ بَيْنَ الصُّوَرِ لِتَتَكَوَّنَ ٣٠ صُورَةً فِي الثَّانِيَةِ .



الْمِلْفَاتُ الْحَارِفَةُ

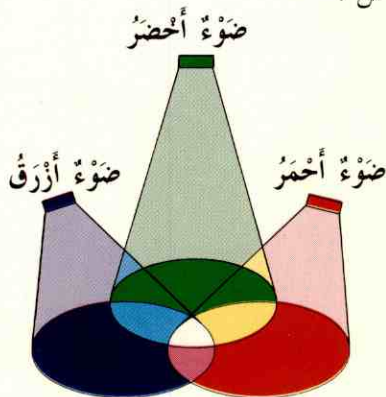
لَا تَتَحَرَّكُ الْمَدَافِعُ الإِلِكْتُرُونِيَّةُ الثَّلَاثَةُ مِنْ مَكَانِهَا فِي التَّلِيْفِزْيُونِ الْمَلُونِ ، وَلَكِنْ هُنَاكَ مِلْفَاتٌ حَارِفَانِ يَحْرِفَانِ الإِلِكْتُرُونَاتِ عَنْ مَسَارِهَا أَثْنَاءَ تَحَرُّكِهَا نَحْوَ الشَّاشَةِ . وَتَبْتَذِرُ مَجَالَ مَغْنَاطِيْسِيٍّ عَنِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ الْمَارِّ فِي الْمِلْفَيْنِ . الْحَارِفَيْنِ وَالتَّغْيِيرَاتِ الدَّقِيقَةِ فِي الْمَجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ تَجْذِبُ سَيَّلَ الإِلِكْتُرُونَاتِ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ ، وَمِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلَ بِحَيْثُ تُعْطَى الشَّاشَةُ بِالتَّسَاوِي . وَتَتَحَكَّمُ الإِشَارَاتُ الوَارِدَةُ مِنْ مَحْطَّةِ التَّلِيْفِزْيُونِ فِي الْمِلْفَاتِ الْحَارِفَةِ .



مِلْفُ الانْحِرَافِ الرَّأْسِي

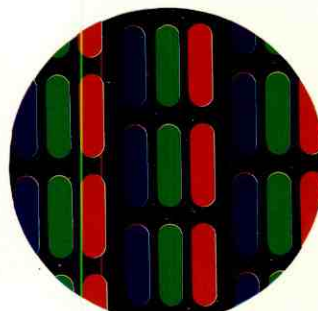
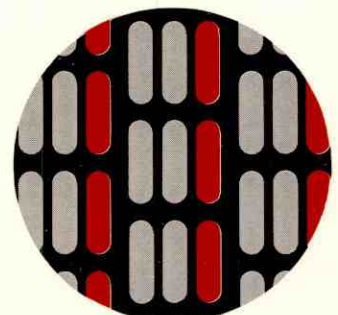
الْأَلْوَانُ الْأَوَّلِيَّةُ لِلضَّوئِ

الْأَلْوَانُ الْأَوَّلِيَّةُ لِلْأَصْبَاحِ الْمَلَوْنَةِ الصُّلْبَةِ هِيَ الْأَحْمَرُ الْقَرْمِزِيُّ وَالْأَصْفَرُ وَالْأَزْرَقُ ، وَلَكِنْ الْأَلْوَانُ الْأَوَّلِيَّةُ لِلضَّوئِ الْمُنْبَعِثِ هِيَ الْأَحْمَرُ وَالْأَخْضَرُ وَالْأَزْرَقُ . وَيُوضِّحُ الشَّكْلُ السُّفْلِيُّ كَيْفَ تَتَّحِدُ الْأَلْوَانُ الثَّلَاثَةُ الْأَوَّلِيَّةُ لِلضَّوئِ الْمُنْبَعِثِ لِتَتَكَوَّنَ الْأَلْوَانُ الْأُخْرَى عِنْدَمَا تَتَرَاكَّبُ ، وَمِنْهَا الْأَبْيَضُ .

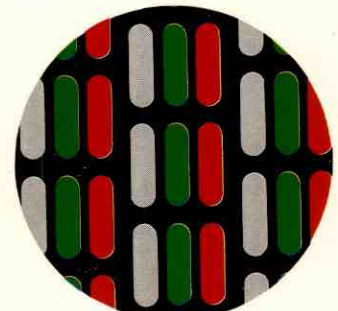


نُظْرَةٌ فَاحِصَةً لِلنَّقِيطَةِ

هَذِهِ الدَّوَائِرُ تُمَثِّلُ مِسَاحَاتٍ مُكَبَّرَةً مِنْ جِسْمِ الطَّائِرِ الظَّاهِرِ عَلَى شَاشَةِ التَّلِيْفِزْيُونِ فِي الصَّفْحَةِ الْمُقَابِلَةِ . فَلِإِظْهَارِ لَوْنٍ أَحْمَرَ تُضَاءُ النِّقَاطُ الْفُوسْفُورِيَّةُ الْحُمْرَاءُ فَقَطْ ، وَلِإِظْهَارِ لَوْنٍ أَصْفَرَ تُضَاءُ النِّقَاطُ الْحُمْرَاءُ وَالْأَخْضَرَاءُ . وَلِإِظْهَارِ اللَّوْنِ الْأَبْيَضِ تُضَاءُ نَقْطَةُ الْأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ فِي كُلِّ نَقِيطَةٍ .



نقطة تظهر بيضاء



نقطة تظهر صفراء

مَا هُوَ التِّلْفِزِيُّونَ عَالِي الْوُضُوحِ؟

مُقَارَنَةُ بَيِّنَاتِ الْأَنْظِمَةِ

يُوضَحُ هَذَا الْجَدُولُ مُقَارَنَةً بَيْنَ مُوَاصِفَاتِ التِّلْفِزِيِّونَ الْعَادِيِّ وَالْأُورُوبِيِّ وَعَالِي الْوُضُوحِ . لَقَدْ تَمَّ اخْتِبَارُ التِّلْفِزِيِّونَ عَالِي

أُورُوبَا	أَمْرِيكََا	عَالِي الْوُضُوحِ	نِظَامُ التِّلْفِزِيِّونَ
٦٢٥	٥٢٥	١١٢٥	خُطُوطُ الْمَسْحِ
٤ : ٣	٤ : ٣	١٦ : ٩	نِسْبَةُ الْخَاوِرِ
١ : ٢	١ : ٢	١ : ٢	نِسْبَةُ سُرْعَةِ الدَّمْجِ
٥٠	٥٩,٩٤	٦٠	تَرْدُدُ الْمَجَالِ Hz
٦	٤,٢	٢٠	إِشَارَةُ الصُّورَةِ MHz
بِالتَّرْدُدِ	بِالتَّرْدُدِ	بِالْمَوْجَةِ الْحَامِلَةِ	تَشْكِيلُ الصَّوْتِ

الْوُضُوحِ فِي الْيَابَانِ . وَتَتَّفَقُ جَمِيعُ الْأَنْوَاعِ فِي أَنَّ لَهَا نَفْسَ نِسْبَةِ سُرْعَةِ الدَّمْجِ ١ : ٢ — بِمَعْنَى أَنَّهَا تَمْسَحُ الشَّاشَةَ مَرَّتَيْنِ لِكُلِّ صُورَةٍ . وَيَتَمَيَّزُ التِّلْفِزِيُّونَ الْعَالِي الْوُضُوحِ بِشَاشَةٍ أَعْرَضَ بِهَا عَدَدٌ مُضَاعَفٌ مِنَ الْخُطُوطِ .

تُسْتَعْمَدُ أَنْظِمَةُ التِّلْفِزِيِّونَ الْعَامِلَةُ فِي أَمْرِيكََا وَالْيَابَانِ ٥٢٥ خَطًّا لِلْعُنَاصِرِ عَلَى شَاشَةِ الصُّورَةِ . وَالْأَنْظِمَةُ الْمُمَاتِلَةُ فِي أُورُوبَا وَالْمَنَاطِقِ الْأُخْرَى تُسْتَعْمَدُ ٦٢٥ خَطًّا . وَلَكِنْ أَجْهَزَةُ التِّلْفِزِيِّونَ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ الَّتِي أُنتَجَتْهَا الْيَابَانُ تُسْتَعْمَدُ ١١٢٥ خَطًّا ، وَهَذَا أَكْثَرُ مِنْ ضِعْفٍ مَا تُسْتَعْمَدُهُ الْأَنْظِمَةُ الْحَالِيَّةُ فِي أَمْرِيكََا عَلَى شَاشَةِ أَكْبَرِ . وَنَظَرًا لِزِيَادَةِ مِسَاحَةِ الصُّورَةِ ، فَإِنَّ الشَّاشَةَ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ تَكُونُ مُزْدَحِمَةً جِدًّا بِأَكْثَرِ مِنْ ٢ مِلْيُونِ نُقْطَةٍ صُورَةٍ ، فَتُعْطِي الصُّورَةَ وَضُوحًا وَتَفْصِيلًا أَكْثَرَ .

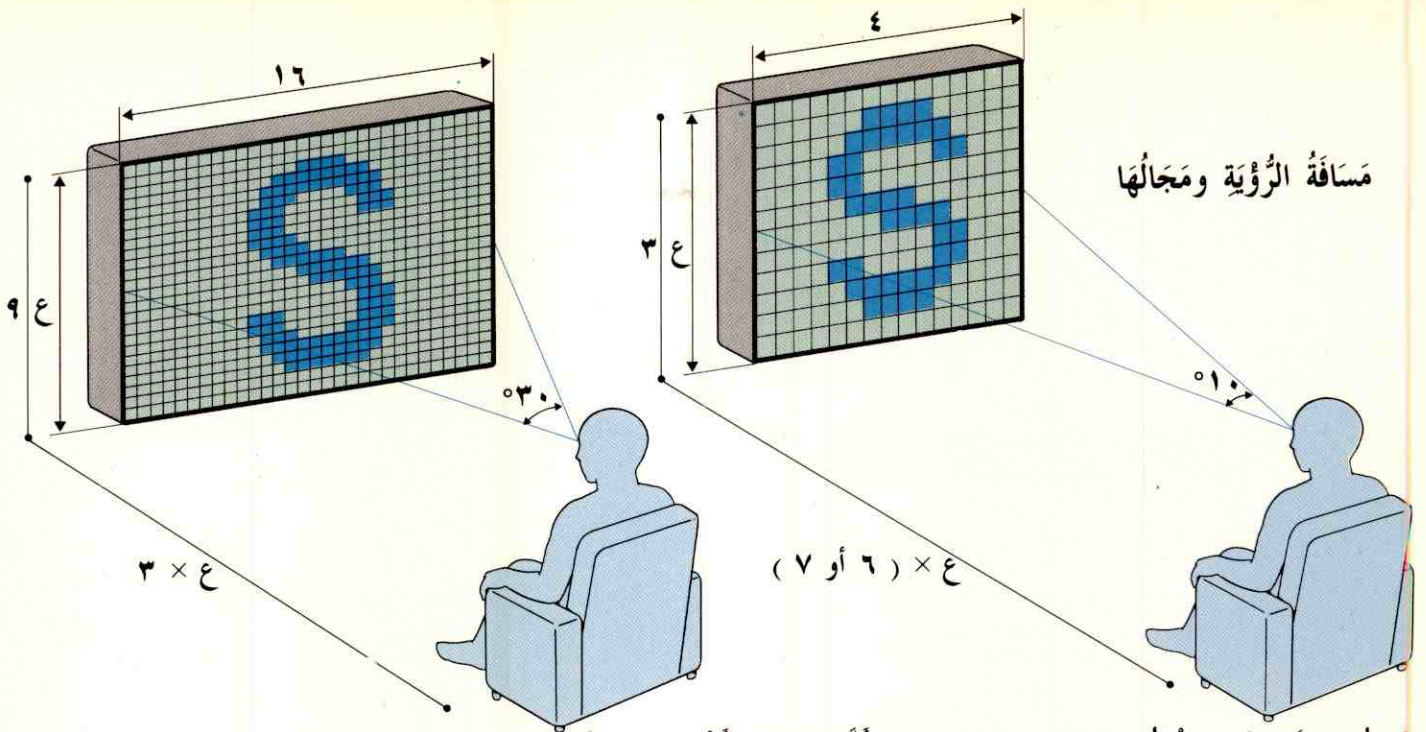
وَالْمُشْكِلَةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِي تُوَاجِهُ إِتْنَا جِ التِّلْفِزِيِّونَ عَالِي الْوُضُوحِ هُوَ أَنَّ الْإِشَارَةَ لِإِرْسَالِ الْمَعْلُومَاتِ الْإِضَافِيَّةِ لِلصُّورَةِ الْأَكْبَرِ وَالْأَكْثَرُ تَفْصِيلًا تَشْغَلُ نِطَاقًا مِنَ التَّرْدُّدَاتِ الْمُتَاحَةِ لِلْإِذَاعَةِ يَبْلُغُ خَمْسَةَ أَمْثَالِ الْعَادِيَّةِ . وَهَذَا يُسَبِّبُ ارْتِدَاعًا عَلَى نِطَاقِ الْإِذَاعَةِ الْمَحْدُودِ ، وَيَتَطَلَّعُ الْبَاحِثُونَ الْآنَ إِلَى إِيجَادِ وَسَائِلَ لِيَضْعُطَ الْإِشَارَةَ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ .

مُقَارَنَةُ كَيْفِيَّةِ لِلصُّورَةِ



هَذِهِ الْمُؤْنُ الْغِذَائِيَّةُ (يسار) تَظْهَرُ مُشَوَّشَةً وَغَيْرَ وَاضِحَةٍ عَلَى شَاشَةِ التِّلْفِزِيِّونَ الْعَادِيِّ (صفحة مقابلة) وَلَكِنْ نَفْسَ الصُّورَةِ تَظْهَرُ أَدَقَّ وَأَوْضَحَ عَلَى شَاشَةِ التِّلْفِزِيِّونَ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ ، بَلْ وَيُمْكِنُ قِرَاءَةَ بِطَاقَاتِهَا . وَتَكُونُ صُورَةُ التِّلْفِزِيِّونَ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ مُفْصَلَةً مِثْلَ الَّتِي تَكُونُهَا أَفْلَامُ ٣٥ م .

الصُّورَةُ فِي تِّلْفِزِيِّونَ عَالِي الْوُضُوحِ



كَمَا أَنَّ الشَّاشَةَ الْأَكْبَرَ تُعْطِي الْمُشَاهِدَ
إِحْسَاسًا بِأَنَّهُ دَاخِلُ الصُّورَةِ .

يُحِبُّ مُعْظَمُ النَّاسِ الْجُلُوسَ بَعِيدًا عَنِ
التِّلْفِزِيُونِ الْعَادِيِّ لِتَكُونَ خُطُوطُ مَسْحِ
الشَّاشَةِ غَيْرَ ظَاهِرَةٍ ، وَتَبْلُغُ هَذِهِ الْمَسَافَةُ
مِنْ ٦ — ٧ أَمْثَالِ ارْتِفَاعِ الشَّاشَةِ . وَلَكِنَّ
التِّلْفِزِيُونِ عَالِي الْوُضُوحِ يُمَكِّنُ مُشَاهَدَتَهُ
بَارْتِياعٍ عَلَى بُعْدِ نِصْفِ هَذِهِ الْمَسَافَةِ ،

زِيَادَةُ خُطُوطِ الْمَسْحِ تُعْطِي صُورًا أَدَقَّ

تَتَكَوَّنُ أَنْبُوبُ الصُّورَةِ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ مِنْ ١١٢٥ خَطٍّ مَسْحٍ أَيْ ١١٢٥
صَفًّا مِنَ النُّقْطِ الَّتِي تُضِيءُ لِتَكُونَ الصُّورَ . أَمَّا أَنْبُوبُ الصُّورَةِ الْعَادِيَّةِ
الْمُسْتَحْدَمَةُ لِأَجْهَرَةِ التِّلْفِزِيُونِ فِي أَمْرِيكَا وَالْيَابَانِ الْآنَ ، فَلَهَا خُطُوطُ
مَسْحٍ أَقَلَّ مِنْ نِصْفِ هَذَا الْعَدَدِ .



تِّلْفِزِيُونٌ عَالِي الْوُضُوحِ



نِظَامُ أَمْرِيكَا الْحَالِي



الصُّورَةُ فِي التِّلْفِزِيُونِ الْعَادِيِّ

هَلْ يَسْتَطِيعُ الْمَيْكْرُوفُونُ تَحْوِيلَ الصَّوْتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ وَبِالْعَكْسِ؟

يَحْدُثُ عَكْسُ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ . فَالْإِشَارَاتُ تُجْعَلُ حَاجِزٌ الْمَجْهَارِ يَهْتَزُّ ، وَهَذِهِ الْاهْتِرَازَاتُ تُؤَلِّدُ مَوْجَاتِ صَوْتٍ تَنْتَقِلُ فِي الْهَوَاءِ إِلَى أُذُنِ الْمُسْتَمِعِ . وَمَوْجَاتُ الصَّوْتِ عَالِيَةُ الضَّغْطِ ، وَهِيَ مَوْجَاتُ الْأَصْوَاتِ الْأَعْلَى ، تَتَحَوَّلُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ أَعْلَى جُهْدًا (فُولْتًا) فِي الْمَيْكْرُوفُونِ . وَعِنْدَمَا تَتَحَوَّلُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ ثَانِيَةً إِلَى أَصْوَاتٍ ، فَإِنَّ التَّبَصَّاتِ عَالِيَةَ الْجُهْدِ تُؤَلِّدُ فِي الْمَجْهَارِ أَصْوَاتًا مُرْتَفَعَةً . وَالْخَاصِيَّةُ الثَّانِيَةُ الْمُمَيِّزَةُ لِلصَّوْتِ هِيَ تَرْدُدُهُ ، وَهِيَ تُجْعَلُ الْجُهْدُ يَتَغَيَّرُ عِنْدَ نَفْسِ التَّرْدُدِ .

تُحَوَّلُ الْمَيْكْرُوفُونَاتُ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةَ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ، وَتُحَوَّلُ الْمَجْهَارَاتُ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ مَرَّةً أُخْرَى إِلَى مَوْجَاتِ صَوْتِيَّةٍ . وَلَيْسَ مِنَ الْغَرِيبِ أَنْ تَتَشَابَهَ أَجْزَاءُ بَعْضِ مَكُونَاتِ هَذَيْنِ الْجِهَازَيْنِ وَأَنْ يَعْملَا عَلَى نَظَرِيَّاتٍ مُتَمَاثِلَةٍ . فَمَوْجَاتُ الصَّوْتِ فِي الْهَوَاءِ تُصْطَلِمُ بِغِشَاءٍ حَاجِزٍ فِي الْمَيْكْرُوفُونِ الْحَرَكَى فَتُسَبِّبُ اهْتِرَازَهُ . وَتُتَرْجَمُ مَعْدَّاتٌ صَغِيرَةٌ هَذِهِ الْاهْتِرَازَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَعِنْدَمَا تُصَلِّ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ إِلَى مَجْهَارٍ ،

تَرْكِيبُ مَيْكْرُوفُونٍ

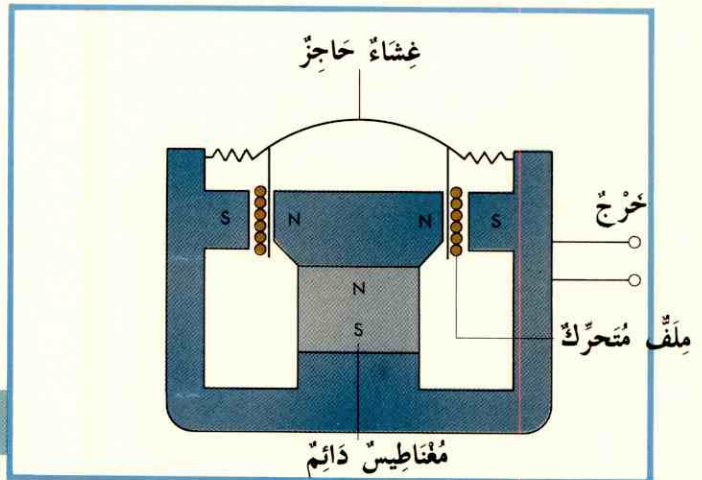


دَاخِلُ مَيْكْرُوفُونٍ حَرَكَى

يَتَوَسَّلُ الْمَيْكْرُوفُونُ الْحَرَكَى حَاجِزٌ هُوَ عِبَارَةٌ عَنْ غِشَاءٍ رَقِيقٍ خَسَّاسٍ ، مِنْ الْبِلَاسْتِيكِ عَادَةً ، يَهْتَزُّ بِسُهُولَةٍ عِنْدَمَا تُصَدِّمُهُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ . وَأَكْثَرُ أَنْوَاعِ الْمَيْكْرُوفُونَاتِ اسْتِخْدَامًا هُوَ الْمَيْكْرُوفُونُ الْحَرَكَى ، وَذَلِكَ لِرَخَصِ تَكْلِفَتِهِ ، وَسُهُولَةِ اسْتِخْدَامِهِ لِأَنَّهُ يَلْتَقِطُ الْأَصْوَاتَ مِنْ جَمِيعِ الْإِتْجَاهَاتِ .

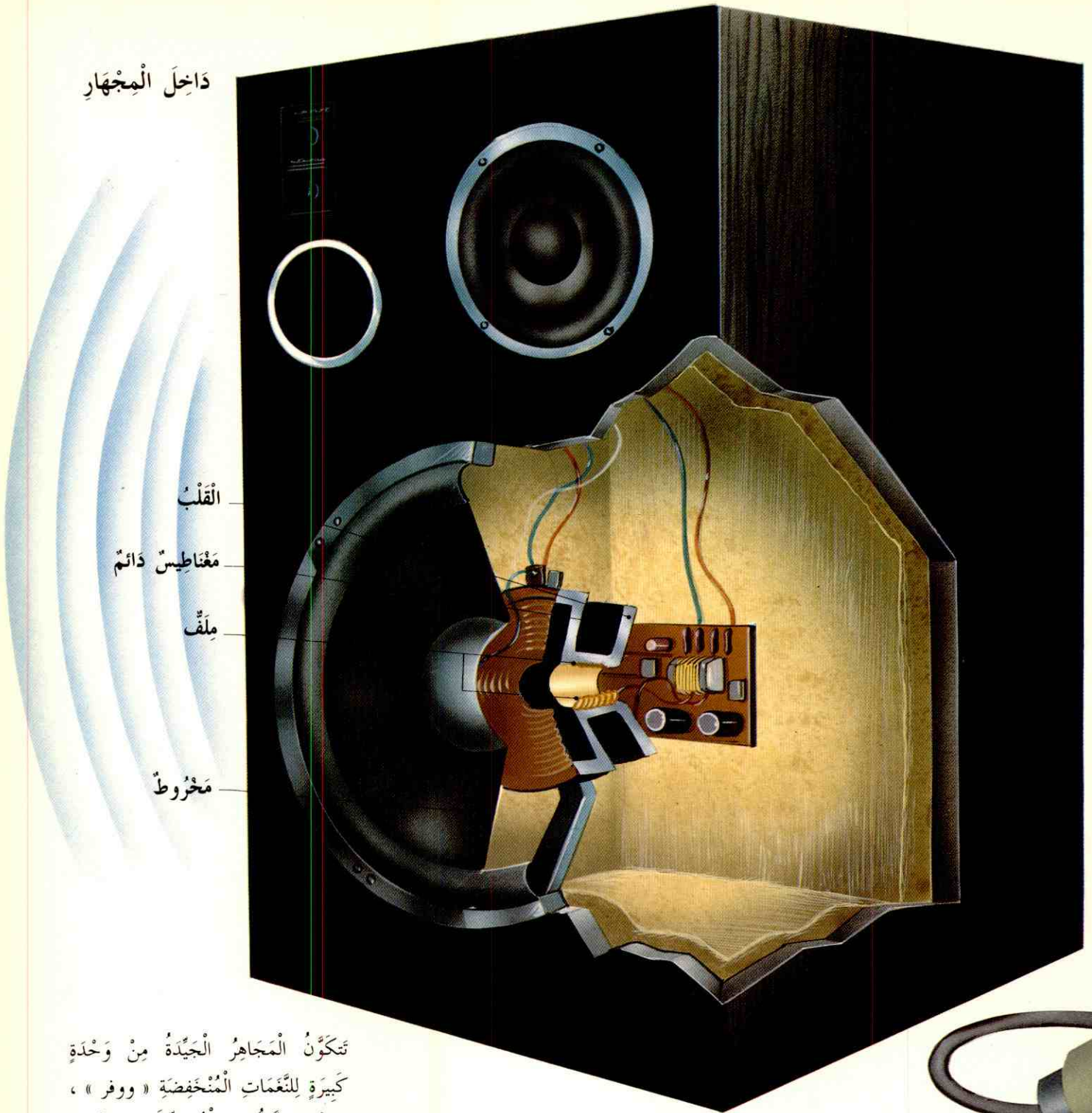
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمَيْكْرُوفُونُ الْحَرَكَى

يَهْتَزُّ الْحَاجِزُ عِنْدَمَا تُصَدِّمُهُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ ، فَيَحْرُكُ الْمِلَفَّ الْمُتَّصِلَ بِهِ . وَكُلُّ حَرَكَةٍ مِنَ الْمِلَفِّ تُؤَلِّدُ جُهْدًا تَأْثِيرِيًّا مِنَ الْمَجَالِ الْمَغْنَطِيسِيِّ . وَيَتَغَيَّرُ هَذَا الْجُهْدُ وَفَقًا لِلْمَسَافَةِ الَّتِي يَتَحَرَّكُهَا الْمِلَفُّ وَلِسُرْعَةِ حَرَكَتِهِ ، وَبِذَلِكَ فَإِنَّ الْجُهْدَ النَّاتِجَ يُمَثِّلُ مَوْجَةَ الصَّوْتِ فِي الشَّدَّةِ وَالتَّرْدُدِ . ثُمَّ تُدَاعُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ عَلَى هَيْئَةِ مَوْجَاتٍ لَاسِلِكِيَّةٍ كَهْرُومَغْنَطِيسِيَّةٍ .



يُحَوَّلُ الْمَيْكْرُوفُونُ الْحَرَكَى الصَّوْتُ إِلَى كَهْرَبَاءِ

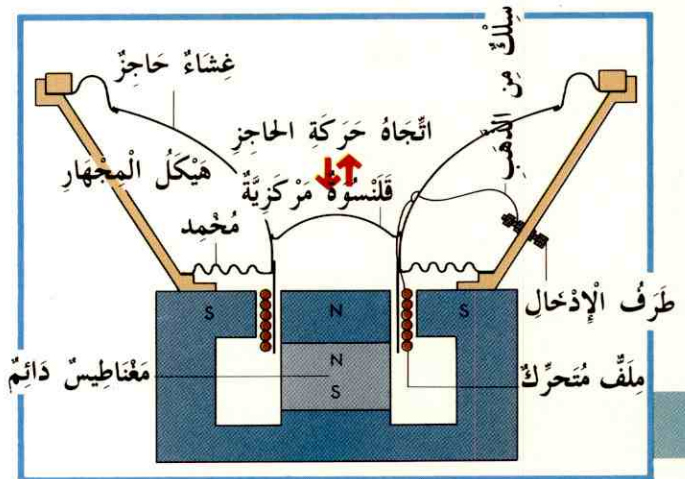
دَاخِلَ الْمِجْهَارِ



تَتَكَوَّنُ الْمِجَاهِرُ الْجَيِّدَةُ مِنْ وَحْدَةٍ
كَبِيرَةٍ لِلنَّعْمَاتِ الْمُخَفِّضَةِ « ووفر » ،
وَوَحْدَةٍ لِلتَّرْدُّدَاتِ الْمُتَوَسِّطَةِ ، وَمِجْهَارٍ
صَغِيرٍ لِلنَّعْمَاتِ عَالِيَةِ التَّرْدُّدِ « تويتر » .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْمِجْهَارُ الْحَرَكِيُّ

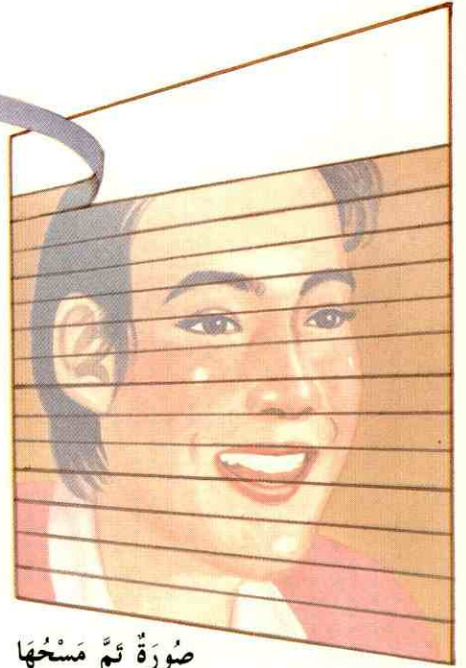
يَسْتَمِدُّ الْمِجْهَارُ الْحَرَكِيُّ قُدْرَتَهُ مِنْ مِلْفٍ مَوْضُوعٍ دَاخِلَ
مَعْنَابِيْسٍ دَائِمٍ دَائِرِيٍّ . وَتَأْتِي الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ مِنْ
مُضَخِّمْ صَوْتٍ إِلَى الْمِجْهَارِ خِلَالَ طَرَفِ الْإِذْخَالِ . وَأَثْنَاءَ
مُرُورِهَا فِي الْمِلْفِ تُؤَلَّدُ مَجَالًا مَعْنَابِيْسِيًّا مُتَعَيِّرًا يُسَبِّبُ
اهْتِزَازَ مَخْرُوطِ الْمِجْهَارِ فَتَتَكَوَّنُ مَوْجَاتٌ صَوْتِيَّةٌ فِي الْهَوَاءِ .
وَيُقْصِرُ الْمُخَمِّدُ الْاهْتِزَازَاتِ إِلَى الْمَخْرُوطِ بَعِيدًا عَنِ الْهَيْكَلِ
الصَّلْبِ لِلْمِجْهَارِ .



يُحَوَّلُ الْمِجْهَارُ الْحَرَكِيُّ الْكَهْرَبَاءَ إِلَى صَوْتٍ .

كَيْفَ يَسْجَلُ مَسْجَلُ التَّرِّيَةِ (الْفِيدْيُو) الْبَرَامِجَ؟

أَسْطُوَانَةُ دَوَّارَةٍ



صُورَةٌ تَمَّ مَسْحُهَا

تَحْتَوِي الْإِشَارَةُ الصَّادِرَةُ مِنْ مَحْطَّةِ تِلْفِزِيُونٍ عَلَى جَمِيعِ الْمَعْلُومَاتِ لـ ٣٠ صُورَةً جَدِيدَةً كُلَّ ثَانِيَةٍ يُمَكِّنُ مَسْحُهَا عَلَى نُحُوطِ شَاشَةِ التِّلْفِزِيُونِ (أَعْلَى) . وَيُسْجَلُ مَسْجَلُ التَّرِّيَةِ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ ، وَيُخْزِنُهَا فِي مَسَارَاتٍ قُطْرِيَّةٍ عَلَى شَرِيطِ تَسْجِيلٍ مَغْنَطِيسِيٍّ (صَفْحَةٌ مُقَابِلَةٌ) .

غُلْبَةُ شَرِيطِ التَّرِّيَةِ

(مُقَابِلُ — دَائِرَةُ زُرْقَاءَ) ، الَّذِي يَدُورُ ٣٠ دَوَّرَةً فِي الثَّانِيَةِ . وَمَعَ كُلِّ دَوَّرَةٍ ، يُسْجَلُ الرَّاسَانِ عَلَى الشَّرِيطِ صُورَةٌ كَامِلَةٌ مِلْءَ شَاشَةِ التِّلْفِزِيُونِ عِنْدَمَا يَمُرُّ الشَّرِيطُ أَمَامَ الْقُرْصِ . وَيَتِمُّ مَحْوُ الْإِشَارَاتِ السَّابِقِ تَسْجِيلُهَا عَلَى الشَّرِيطِ بِرَأْسٍ لِّلْمَحْوِ قَبْلَ أَنْ يَصِلَ الشَّرِيطُ إِلَى رَأْسِ التَّسْجِيلِ . وَيُسْجَلُ الرَّاسَانِ إِشَارَاتٍ جَدِيدَةً بِإِعَادَةِ تَرْتِيبِ الْجُزْئَاتِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ فِي شَرِيطِ التَّسْجِيلِ (مُقَابِلُ أَسْفَلُ) فِي أَشْكَالٍ جَدِيدَةٍ .

وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، يُسْجَلُ جُزْءُ الصَّوْتِ مِنَ الْإِشَارَةِ بِرَأْسٍ مُسْتَقِلٍّ لَتَسْجِيلِ الصَّوْتِ يُوضَعُ بَعْدَ رَأْسِ آخَرَ يَمْحُو الصَّوْتِ الْمُسْجَلُ سَابِقًا .

مَسْجَلُ التَّرِّيَةِ (VCR) هُوَ آلَةٌ تُسْجَلُ إِشَارَاتِ التِّلْفِزِيُونِ مَغْنَطِيسِيًّا ، ثُمَّ تُعِيدُ عَرْضَهَا بِتَحْوِيلِ الْإِشَارَاتِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُسْجَلُ جُزْءُ الصَّوْتِ مِنَ الْبَرْنَامِجِ عَلَى مَسَارٍ وَاحِدٍ (مُقَابِلُ — أَرْجَوَانِي) ، وَتُخْزَنُ جُزْءًا أَوْسَعَ مِنَ الشَّرِيطِ لِلصُّورِ (مُقَابِلُ — أَحْمَرُ) . وَآتَاءَ إِعَادَةِ الْعَرْضِ ، تَلْتَقِطُ الرُّءُوسُ الْإِشَارَاتِ الْمُخْزَنَةَ فِي الشَّرِيطِ وَتُحَوِّلُهَا إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ، ثُمَّ تُرْسِلُهَا إِلَى جِهَازِ تِلْفِزِيُونٍ .

وَيَحْمِلُ جُزْءُ الصُّورَةِ مِنَ الْبَرْنَامِجِ ٣٠ صُورَةً فِي الثَّانِيَةِ . وَيَسْتَخْدِمُ الْمَسْجَلُ رَأْسَ فِيدْيُو لَتَسْجِيلِ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ الْكَثِيرَةِ وَيُرْكَبُ الرَّاسَانِ دَاخِلَ الْفِيدْيُو فِي قُرْصِ الرُّءُوسِ

كَيْفَ تُسَجَّلُ الصُّورَةُ ؟

مُسَجِّلُ الْفِيدْيُو

الصُّورَةُ بَعْدَ إِعَادَةِ عَرْضِهَا

تُوضَعُ أَسْطُوَانَةُ التَّسْجِيلِ مَائِلَةً لِتَحْرُكَ الشَّرِيطِ عَلَيْهَا فِي اتِّجَاهٍ مَائِلٍ وَلِتُظْهَرَ الْمَسَارَاتُ الْمُسَجَّلَةُ فِي شَرَائِطٍ مَائِلَةٍ غَيْرِ الشَّرِيطِ . وَهَذِهِ الطَّرِيقَةُ تُمَكِّنُ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى أَقْصَى مَا يُمَكِّنُ مِنْ مَعْلُومَاتٍ مُسَجَّلَةٍ عَلَى كُلِّ بُوصَةٍ مِنَ الشَّرِيطِ .

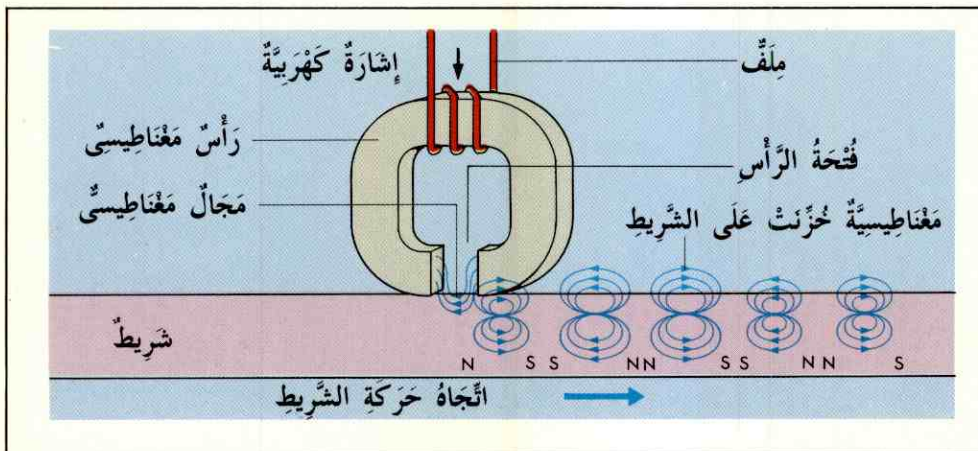


الْمَسَارَاتُ الثَّلَاثَةُ عَلَى الشَّرِيطِ

تُسَجَّلُ إِشَارَاتُ الصَّوْتِ عَلَى طُولِ أَحَدِ حَاظِي الشَّرِيطِ (أخضر) ، وَإِشَارَاتُ الصُّورَةِ عَلَى الْجُزْءِ الْأَوْسَطِ الْمَرِضِ مِنَ الشَّرِيطِ (أحمر) . وَيَحْمِلُ مَسَارُ ثَالِثٍ (أخضر) إِشَارَاتِ التَّحْكُمِ الَّتِي تُسَاعِدُ رُءُوسَ الْفِيدْيُو عَلَى قِرَاءَةِ مَسَارَاتِ الصُّورَةِ بِالترتيبِ الصَّحِيحِ أَثْنَاءَ إِعَادَةِ الْعَرْضِ .

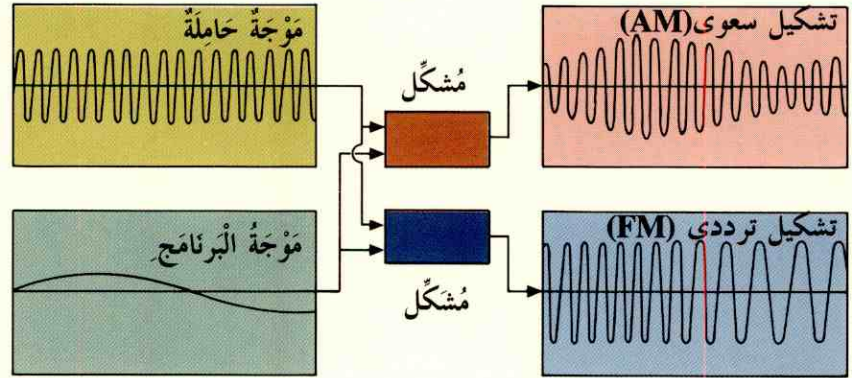
كَيْفَ يَعْمَلُ نِظَامُ التَّسْجِيلِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ

تَسْرِي الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ خِلَالَ الْمِلْفِ دَاخِلَ رُءُوسِ التَّسْجِيلِ وَإِعَادَةِ الْعَرْضِ ، فَتَوَلَّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيْسِيًّا مُتَغَيِّرًا فِي الْمَغْنَاطِيْسِ الْكَهْرَبِيِّ . وَعِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ شَرِيطُ التَّسْجِيلِ أَمَامَ فَتْحَةِ الْمَغْنَاطِيْسِ الْكَهْرَبِيِّ ، فَإِنَّ الدَّقَائِقَ الْمَعْدِنِيَّةَ الدَّقِيقَةَ فِي الشَّرِيطِ تَتَمَغْنَطُ بِدَوْرَهَا بِوَسِطَةِ النَّبْضَاتِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ ، فَتُسَفِّرُ شَكْلَ الْإِشَارَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ عَلَى الشَّرِيطِ . وَيُظَلُّ التَّسْجِيلُ عَلَى الشَّرِيطِ حَتَّى تَحْوِيَ إِشَارَاتُ مَغْنَاطِيْسِيَّةٍ جَدِيدَةٍ .



كَيْفَ يَخْتَلِفُ تَشْكِيلُ السَّعَةِ (AM) عَنْ تَشْكِيلِ التَّرْدِدِ (FM)

تُولَدُ مَحَطَّاتُ AM أو FM مَوْجَةً حَامِلَةً تُرْسَلُ عَلَيْهَا الْمَوْجَاتُ الْمَكُونَةُ لِلْبَرْنَامَجِ . وَلَكِنَّ الْمُرْسِلَ فِي تَشْكِيلِ السَّعَةِ (AM) يَحْتَفِظُ بِتَرْدِدِ الْمَوْجَةِ الْحَامِلَةِ ثَابِتًا وَيَتَرَكُ سَعَةَ إِشَارَاتِ الْبَرْنَامَجِ لِتَقُومَ بِالتَّشْكِيلِ السَّعَوِيِّ . أَمَّا فِي التَّشْكِيلِ التَّرْدِدِيِّ (FM) فَإِنَّهُ يَحْتَفِظُ بِالسَّعَةِ ثَابِتَةً ، وَلَكِنَّ التَّرْدِدَ هُوَ الَّذِي يُشَكِّلُ تَرْدِدَ الْمَوْجَةِ .



تَرْكِيبُ الْمِذْيَاعِ

إِشَارَاتُ مُكَبَّرَةٍ

وَحْدَةُ اسْتِخْلَاصِ التَّشْكِيلِ

تَمُرُّ الْمَوْجَاتُ الْمَكَبَّرَةُ خِلَالَ وَحْدَةِ اسْتِخْلَاصِ التَّشْكِيلِ حَيْثُ تُفْصَلُ الْمَوْجَةُ الْحَامِلَةُ ، وَلَا يَمُرُّ إِلَّا إِشَارَةُ الْبَرْنَامَجِ فَقَطْ .

إِشَارَةُ الْبَرْنَامَجِ مُكَبَّرَةٌ

مُكَبَّرٌ (مُضَحَّمٌ)

إِشَارَةُ الْبَرْنَامَجِ

التَّحْوِيلُ إِلَى صَوْتٍ

تَكْبِيرُ إِشَارَةِ الْبَرْنَامَجِ

يُقَوَّى الْمَكَبَّرُ الْقُدْرَةَ الْكَهْرَبِيَّةَ الضَّعِيفَةَ لِإِشَارَةِ الْبَرْنَامَجِ ، فَتَصْبِحُ قُوَّةً بِدَرَجَةٍ كَافِيَةٍ لِتَشْغِيلِ مِجْهَارِ الْمِذْيَاعِ لِيَنْتِجَ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ .

فِي الْمِجْهَارِ ، تُكُونُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْمَشْكَلَةُ مَجَالًا مَغْنَاطِيْسِيًّا تُسَبِّبُ تَغْيِيرَاتَهُ اهْتِزَازَ الْمِجْهَارِ ، فَيُعِيدُ تَوَلِيدَ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ لِبرْنَامَجِ الْإِذَاعَةِ الْأَصْلِيِّ .

الصَّوْتُ مِنَ الْمِذْيَاعِ؟

تُوصَفُ بِتَرْدُّدِهَا — وَهُوَ عَدَدُ الْمَرَّاتِ الَّتِي تَتَغَيَّرُ فِيهَا الْإِشَارَةُ مِنْ قُوَّةٍ إِلَى ضَعْفٍ وَبِالْعَكْسِ فِي ثَانِيَةٍ — وَبَسْعَتِهَا — أَيْ ارْتِفَاعُهَا . وَجَمِيعُ مَحَطَّاتِ تَشْكِيلِ سَعَةِ الْمَوْجَةِ (AM) تَضَعُ إِشَارَاتِ بَرْنَامِجِهَا عَلَى مَوْجَةٍ حَامِلَةٍ عِنْدَ تَرْدُّدٍ مُعَيَّنٍ . وَيَصِلُ إِلَى الْمِذْيَاعِ مَوْجَاتٌ لَاسِلِكِيَّةٌ عَدِيدَةٌ ، وَلَكِنَّ الْمَوْلَفَ يَلْتَقِطُ تَرْدُّدًا حَامِلًا وَاحِدًا فِي الْمَرَّةِ الْوَاحِدَةِ . وَيَجِبُ تَقْوِيَةُ الْمَوْجَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَالضَّعِيفَةِ الَّتِي اكْتَشَفَهَا الْهَوَائِيُّ وَذَلِكَ بِتَكْبِيرِهَا ، كَمَا يَجِبُ فَصْلُ الْمَوْجَةِ الْحَامِلَةِ عَنْ إِشَارَةِ الْبَرْنَامِجِ . وَتَكُونُ الْمَوْجَاتُ الْمُتَبَقِّيَّةُ فِي نَفْسِ نِطَاقِ التَّرْدُّدِ الصَّوْتِيِّ ، فَتُرْسَلُ إِلَى الْمِجْهَارِ الَّذِي يَهْتَزُّ لِيُنْجِجَ الصَّوْتَ .

يُوجَدُ كُلُّ بَرْنَامِجٍ إِذَاعِيٍّ فِي الْبِدَايَةِ عَلَى شَكْلِ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ — أَشْكَالٍ اهْتِزَازِيَّةٍ فِي الْهَوَاءِ — تُحَوَّلُهَا الْمَيْكْرُوفُونَاتُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُذَاعُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ عَلَى شَكْلِ مَوْجَاتٍ كَهْرُومَغْنَاطِيْسِيَّةٍ مِنْ قِيَمَةِ الْهَوَائِيِّ الْمَعْدِنِيِّ الطَّوِيلِ أَعْلَى مَحَطَّةِ الْإِذَاعَةِ . وَتَنْتَقِلُ هَذِهِ الْمَوْجَاتُ غَيْرُ الْمُرْتَبَةِ بِسُرْعَةِ الضَّوِّ خِلَالَ الْهَوَاءِ وَالْفَضَاءِ . وَمِثْلُ كُلِّ الْمَوْجَاتِ ، فَإِنَّ مَوْجَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ

التَّوْلِيفِ (الرنين)

يَلْتَقِطُ هَوَائِيَّ الْمِذْيَاعِ مَوْجَاتِ الْإِذَاعَةِ اللَّاسِلِكِيَّةِ الْقَادِمَةَ مِنْ مَصَادِرٍ مُتَعَدِّدَةٍ وَيُذَاعِرُ قُرْصَ تَشْكِيلِ سَعَةِ الْمَوْجَةِ يَتَمُّ ضَبْطُ الْمَوْلَفِ لِاسْتِقْبَالِ الْإِشَارَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ الْخَاصَّةِ بِالتَّرْدُّدَاتِ الْحَامِلَةِ لِحَظَةٍ مُعَيَّنَةٍ فَقَطْ .

دَائِرَةُ تَوْلِيفٍ

تَحْوِيلُ مَوْجَاتِ الْمِذْيَاعِ اللَّاسِلِكِيَّةِ إِلَى صَوْتٍ

الْإِشَارَاتُ الْحَامِلَةُ مُنْدَمِجَةٌ مَعَ إِشَارَاتِ الْبَرْنَامِجِ

(مَكْبَر) مُضَخَّمُ التَّرْدُّدِ الْإِذَاعِي

حَمْلُ إِشَارَةٍ

تُحْمَلُ الْإِشَارَاتُ الْمُتَغَيِّرَةُ وَهِيَ إِشَارَاتُ الْبَرْنَامِجِ عَلَى ظَهْرِ مَوْجَةٍ ثَابِتَةِ الشَّكْلِ هِيَ الْمَوْجَةُ الْحَامِلَةُ (أَعْلَى) . وَتَمُرُّ هَذِهِ الْمَوْجَاتُ — مَعًا — خِلَالَ مُضَخَّمِ التَّرْدُّدِ الْإِذَاعِيِّ حَيْثُ يَتَمُّ تَكْبِيرُهَا أَوْ جَعْلُهَا أَكْبَرَ سَعَةً .

لَمَاذَا يَكُونُ الصَّوْتُ النَّاتِجُ عَنِ (الْأَقْرَاصِ الضَّوِّيَّةِ) الْمُدْمَجَةِ بِهَذَا الْوُضُوحِ؟

قُرْصٌ مُدْمَجٌ وَلَاقِطٌ بِاللَّيْزِرِ

طَبَقَةُ الْيُورَانِيُومِ عَاكِسَةٌ

طَبَقَةُ بِلَاسْتِكٍ وَاقِيَّةٌ

قُرْصٌ بِلَاسْتِكٍ

٠.٠٩ ميكرون

٠.١٦ ميكرون

٠.٣٢ ميكرون

٠.١ ميكرون

مَقْطَعٌ عَرْضِيٌّ فِي قُرْصٍ مُدْمَجٍ . يُنْقَشُ فِي قُرْصِ الْبِلَاسْتِكِ حُفَرٌ عَلَى أَعْمَاقٍ مُخْتَلِفَةٍ . وَيُعْطَى السَّطْحُ الْمُنْقُوشُ بِالْأَلُومِينِيُومِ الَّذِي يَعْكِسُ ضَوْءَ اللَّيْزِرِ .

كَيْفَ يَقْرَأُ جِهَازُ تَشْغِيلِ الْقُرْصِ الْمُدْمَجِ الْحُفَرُ؟

التَّسْجِيلُ . تَحْفِرُ الشُّفَرَاتُ الثَّنَائِيَّةُ فِي قُرْصِ الْبِلَاسْتِكِ (أَعْلَى) . وَالْحُفَرُ وَالْمَسَافَاتُ الْمُسَطَّحَةُ بَيْنَهَا تُمَثِّلُ سَلْسِلَ مِنْ .

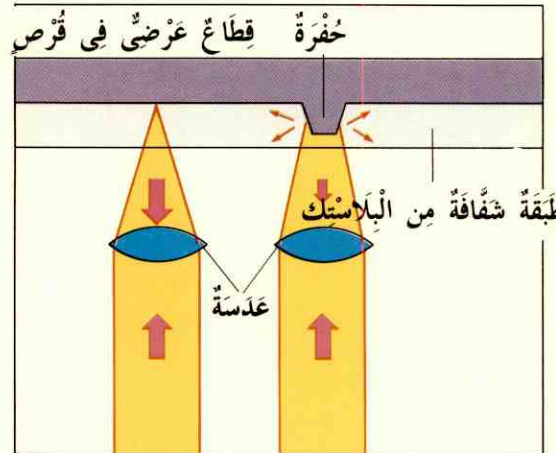
شُعَاعُ لَيْزِرٍ

مَنْشُورٌ لِفَصْلِ الْأَشْعَةِ

عَدْسَةٌ

عَدْسَةٌ

كَاشِفٌ ضَوْئِيٌّ

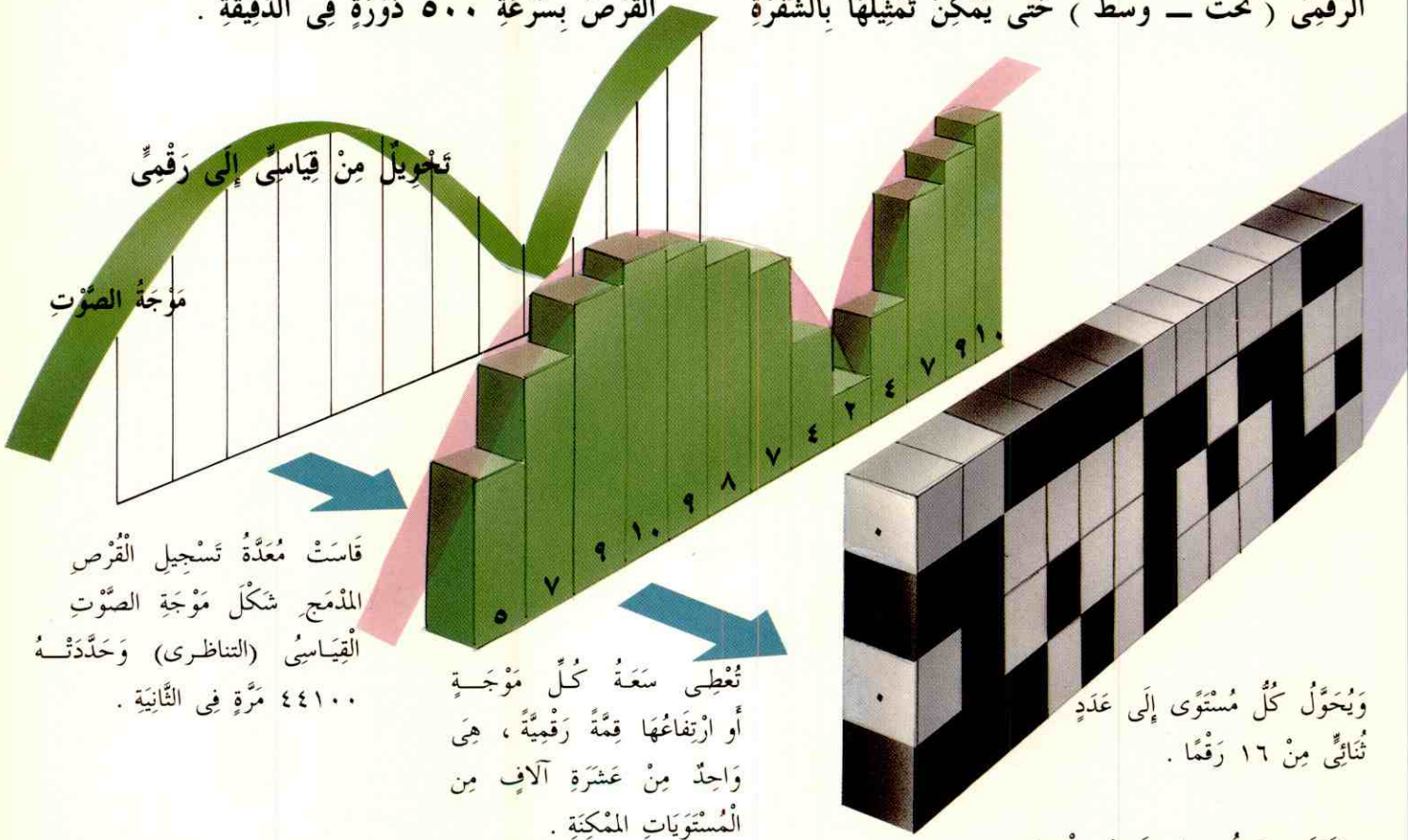


الْقِرَاءَةُ مِنْ أَسْفَلَ . يَتَعَكَّسُ شُعَاعُ اللَّيْزِرِ الَّذِي يَصْدُمُ مَسَافَةً مُسَطَّحَةً (لَسِي) . وَلَكِنَّهُ إِذَا اصْطَدَمَ بِحُفْرَةٍ (تَظْهَرُ مِنْ أَسْفَلَ كَأَنَّهَا بُرُوزٌ) فَإِنَّ الضَّوْءَ يَتَشَتَّتُ ، وَيَبْعَثُ الْكَاشِفُ الضَّوْئِيُّ إِشَارَاتٍ بِالْفَرْقِ .

الثَّانِيَّة . وَهَذِهِ الشَّفْرَةُ الْمُتَابِعَةُ مِنْ رَقْمِي « ١ ، ٠ »
تُصَبِّحُ أَشْكَالًا مِنَ الْحَفْرِ الدَّقِيقَةِ الْمَنْقُوشَةِ عَلَى قُرْصٍ مِنَ
الْبِلَاسْتِك . وَيُعْطَى الْقُرْصُ بِطَبَقَةٍ رَقِيقَةٍ مِنَ الْأَلُومِينِيُومِ
تُعَكِّسُ الضَّوْءَ . وَعِنْدَمَا يَتَمَّ مَسْحُهَا مِنْ أَسْفَلَ بِشُعَاعٍ
لِيزَرٍ مِنْ خِلَالِ غِطَائِهَا الْبِلَاسْتِيكِيِّ ، فَإِنَّ الْحَفْرَ تُبْعَثُ
الضَّوْءَ الَّذِي يَصْدُمُهَا . وَمَسَارُ التَّسْجِيلِ عَلَى الْقُرْصِ
الْمَضْغُوطِ يَبْدَأُ قُرْبَ الْوَسْطِ وَيَتَّجِهُ إِلَى الْحَافَةِ فِي مَسَارٍ
حَلْزُونِيٍّ مُحْكَمٍ يَصِلُ إِلَى ٤٠٠٠٠ مَسَارٍ فِي
السَّنْتِيْمِتر . وَيَقِلُّ عَرْضُ الْمَسَارِ عَنْ سُنْكِ شَعْرَةٍ وَيَصِلُ
طَوْلُهُ إِلَى عِدَّةِ أَمْيَالٍ . وَاتِّئَاءَ إِذَاعَةِ التَّسْجِيلِ ، يَدُورُ
الْقُرْصُ بِسُرْعَةٍ ٥٠٠ دَوْرَةٍ فِي الدَّقِيقَةِ .

يَسْتَطِيعُ قُرْصٌ مُدْمَجٌ أَنْ يُسَجَّلَ مَدَى أَوْسَعٍ مِنَ الْأَصْوَاتِ
أَكْثَرَ مِنْ تَسْجِيلِ الْحَاكِي وَدُونَ أَيِّ تَشَوُّهَاتٍ . وَمَسَارَاتُهُ
الْحَلْزُونِيَّةُ الْمُحْكَمَةُ تُعَكِّسُ الضَّوْءَ بِالْوَانِ الطَّيْفِ
(مَقَابِل) . وَأَحَدُ أَسْبَابِ جُودَةِ الْقُرْصِ الْمَدْمَجِ (CD)
هُوَ أَنَّ سَطْحَ التَّسْجِيلِ تَحْمِيهِ طَبَقَةٌ مِنَ الْبِلَاسْتِكِ .
وَيُخْتَلَفُ عَنْ تَسْجِيلِ الْحَاكِي فِي أَنَّ الْقُرْصَ لَا تَلْمِسُهُ أَيُّ
إِبْرَةٍ مُطْلَقًا وَلَا يُمَكِّنُ حَذْشُهُ . وَبَدَلًا مِنْ ذَلِكَ فَإِنَّهُ يَتَمَّ
قِرَاءَتُهُ بِوَاسِطَةِ شُعَاعٍ لِيَزَرٍ شَدِيدِ التَّرْكِيزِ .

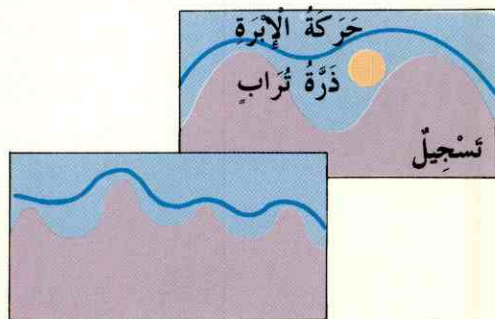
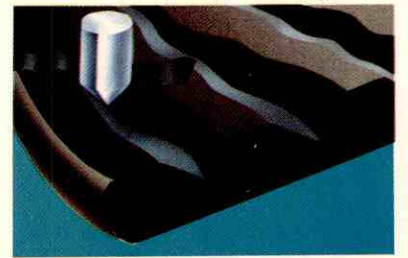
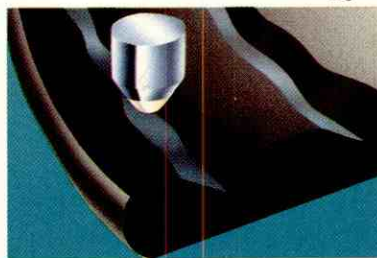
وَلَيَتَمَّ التَّسْجِيلُ عَلَى قُرْصٍ مُدْمَجٍ ، فَإِنَّ الْأَصْوَاتَ يَجِبُ
تَحْوِيلُهَا أَوَّلًا مِنْ شَكْلِهَا الْمَوْجِي الْقِيَاسِيِّ إِلَى الْمَعَادِلِ
الرَّقْمِيِّ (تَحْتَ - وَسَط) حَتَّى يُمَكِّنَ تَمَثُّلَهَا بِالشَّفْرَةِ



كَيْفَ تَعْمَلُ تَسْجِيلَاتُ الْحَاكِي

التَّسْجِيلُ . تَهْتَزُّ إِبْرَةٌ بِتَأْثِيرِ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ ، فَتُحْفَرُ تَجَاوِيفٌ فِي الْأُسْطُوَانَةِ الْأَصْلِيَّةِ .

إِذَاعَةُ التَّسْجِيلِ . عِنْدَ تَشْغِيلِ الْمُسَجَّلِ تَتَحَرَّكُ إِبْرَةٌ فِي التَّجَاوِيفِ فَتَهْتَزُّ بِتَأْثِيرِ الْمَحْفُورِ مَسْبِقًا ، وَتُنْتِجُ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةً .



تَدَاخُلُ . قَدْ لَا تَتَّبِعُ الْإِبْرَةُ مَسَارَ التَّجْوِيفِ بِالضَّبْطِ ، وَذَلِكَ إِذَا وَجِدَتْ أُتْرَبَةً أَوْ خُدُوشًا عَلَى مَوَاضِعِ التَّسْجِيلِ (أَعْلَى) .

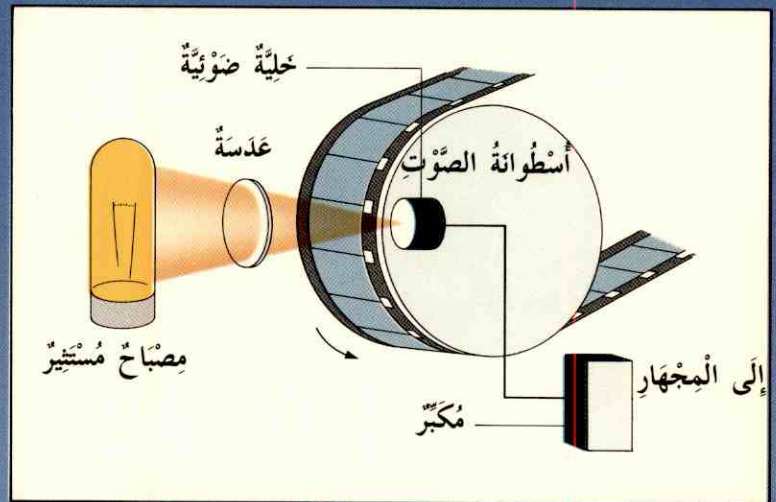
كَيْفَ تَضْبِطُ أَجْهَزَةَ الْعَرْضِ السِّينِمَائِيَّةِ الصَّوْتِ مَعَ الصُّورَةِ؟

يَعْمَلُ جِهَازُ الْعَرْضِ السِّينِمَائِي بِاخْتِرَاقِ الصَّوْتِ لِلصُّورِ عَلَى الْفِيلْمِ — أَسْفَلَ — ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ عَدْسَةٍ تُرَكِّزُ الصُّورَ عَلَى شَاشَةٍ . وَيَتَحَرَّكُ الْفِيلْمُ صُورَةً بَعْدَ أُخْرَى بِوَاسِطَةِ ثُرُوسٍ مُسَنَّيَةٍ بِمُعَدَّلِ ٢٤ صُورَةً فِي الثَّانِيَةِ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، يَسْمَحُ غَالِقٌ دَوَّارٌ أَمَامَ الْعَدْسَةِ لِلصَّوْتِ بِالْمُرُورِ مَرَّتَيْنِ خِلَالَ كُلِّ صُورَةٍ وَيَمْنَعُ الصَّوْتُ بِمُجَرَّدِ تَحَرُّكِ الصُّورَةِ التَّالِيَةِ أَمَامَ الْعَدْسَةِ (مُقَابِلِ أَعْلَى) . وَيُسَجَّلُ صَوْتُ كُلِّ صُورَةٍ عَلَى طُولِ إِحْدَى حَافَتَيْ الْفِيلْمِ ، وَعَلَى بُعْدِ عِدَّةِ صُورٍ مِنْهَا . وَعِنْدَ عَرْضِ أَى صُورَةٍ ، تَتِمُّ قِرَاءَةُ الصَّوْتِ الْمُطَابِقِ لَهَا بِوَاسِطَةِ قُرْصِ الصَّوْتِ عَلَى بُعْدِ سَنَتِيمَتَرَاتٍ قَلِيلَةٍ . وَهَكَذَا يَتطَابَقُ صَوْتُ الْمُتَحَدِّثِ دَائِمًا مَعَ الْحَدَثِ الْمَرْتَبِيِّ عَلَى الشَّاشَةِ .

تَرْكِيبُ جِهَازِ عَرْضِ سِينِمَائِي

دَاخِلُ أُسْطُوَانَةِ الصَّوْتِ

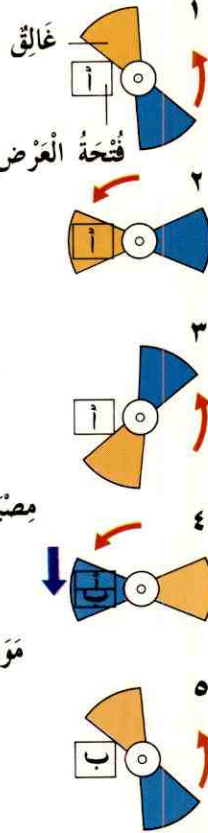
يُمْكِنُ تَحْوِيلُ الصَّوْتِ الْمَصَاحِبِ لِعَرْضِ سِينِمَائِي إِلَى نَبْضَاتٍ صَوْتِيَّةٍ يَتِمُّ تَسْجِيلُهَا عَلَى الْفِيلْمِ . وَفِي أُسْطُوَانَةِ الصَّوْتِ بِجِهَازِ الْعَرْضِ (أَسْفَلَ) ، يُرَكِّزُ الصَّوْتُ الْمُنْبَعِثُ مِنْ مِصْبَاحٍ مُسْتَشِيرٍ خِلَالَ عَدْسَةٍ ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ مَسَارِ الصَّوْتِ لِيَسْقُطَ عَلَى خَلِيَّةٍ صَوْتِيَّةٍ تُعِيدُ تَحْوِيلَ هَذِهِ النَّبْضَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُكَبَّرُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ وَتُرْسَلُ إِلَى الْمَجْهَرِ . وَيُمْكِنُ تَسْجِيلُ صَوْتِ الْفِيلْمِ أَيْضًا بِطَرِيقَةِ مَغْنَاطِيَّةٍ .



- ١ — مَكَانُ الْمِصْبَاحِ
- ٢ — أُسْنَةٌ
- ٣ — فَتْحَةُ الْعَرْضِ
- ٤ — عَدْسَةُ الْعَرْضِ
- ٥ — ذِرَاعُ التَّبْدِيلِ
- ٦ — عَدْسَةُ الصَّوْتِ
- ٧ — مِصْبَاحٌ مُسْتَشِيرٌ
- ٨ — رَأْسُ التَّسْجِيلِ وَالْعَرْضِ الْمَغْنَاطِيَّةِ
- ٩ — أُسْطُوَانَةُ الصَّوْتِ

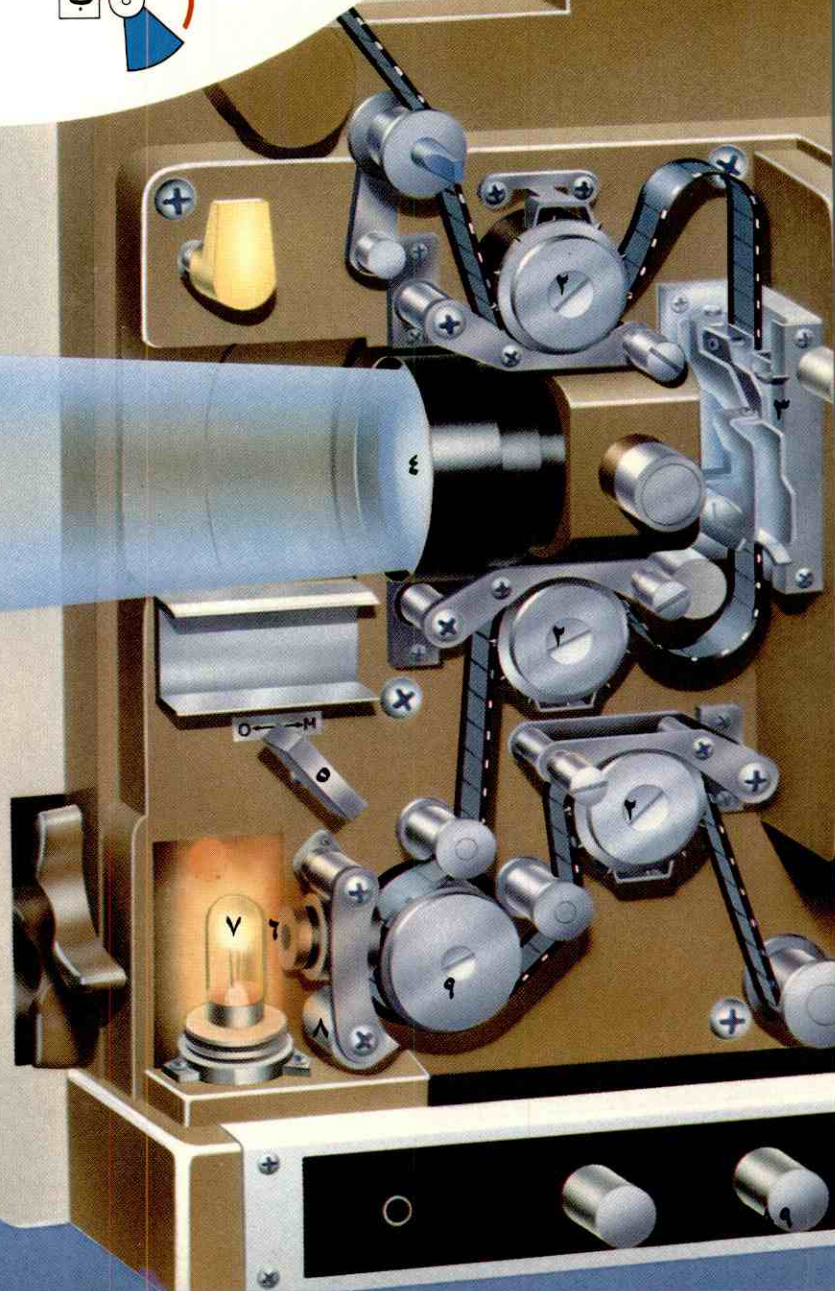
الغالق الدّوّار

يَسْمَحُ الْغَالِقُ الدّوّارُ
دُو الْعَارِضَتَيْنِ بِمُرُورِ بُضَيَّتَيْنِ مِنَ
الصُّوَّةِ خِلَالَ كُلِّ صُورَةٍ بِالْفِيلْمِ
أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ أَمَامَ فَتْحَةِ جِهَازِ
الْعَرْضِ (رَقْم ١ - ٣)
وَتَحْجِزُ الْعَارِضَةُ الصُّوَّةَ أَيْضًا
(رَقْم ٤) أَثْنَاءَ تَحْرُكِ الْفِيلْمِ
لِيُوضَعَ الصُّورَةُ التَّالِيَةُ أَمَامَ
الْفَتْحَةِ (رَقْم ٥) . وَتَبْتَحَرُكُ
الْفِيلْمُ بِمُعْدَلِ ٢٤ صُورَةً فِي
الثَّانِيَةِ ، وَلَكِنَّ الْعَيْنَ الْبَشَرِيَّةَ
لَا تُلَاحِظُ أَىِّ وَمُضَاتٍ لِأَنَّ
الشَّاشَةَ تُضَاءُ ٤٨ مَرَّةً فِي
الثَّانِيَةِ .



إِمْرَارُ الصُّوَّةِ خِلَالَ الْفِيلْمِ
يَمُرُّ الصُّوَّةُ السَّاقِطُ مِنْ مِصْبَاحِ الْعَرْضِ خِلَالَ
الْفِيلْمِ إِلَى فَتْحَةِ حَدَقَةِ الْعَرْضِ ثُمَّ الْعَدَسَةِ ثُمَّ
خِلَالَ الْفَرَاقَاتِ الَّتِي يَسْمَحُ بِهَا الْغَالِقُ الْمُتَحَرِّكُ
الَّذِي يَكُونُ مَفْتُوحًا فَقَطْ عِنْدَمَا تَكُونُ الصُّورَةُ
فِي مَوْضِعِ الرُّؤْيَةِ .

حَرَكََةُ الْفِيلْمِ
يُضْبَطُ ارْتِخَاءُ قَلِيلٍ فِي الْفِيلْمِ فَوْقَ
وَتَحْتَ فَتْحَةِ حَدَقَةِ الْعَرْضِ بِحَيْثُ يَتَطَابَقُ
الصَّوْتُ الصَّادِرُ مِنْ قُرْصِ الصَّوْتِ مَعَ
الصُّورَةِ عَلَى الشَّاشَةِ ..



مَا هُوَ مُصْطَنِعُ الصَّوْتِ؟

يَسْتَعْدِمُ مُصْطَنِعُ الصَّوْتِ تَكْنُولُوجِيَا الْحَاسِبِ الْآلِيَّ لِتَقْلِيدِ الْآلَاتِ الْمَوْسِيقِيَّةِ بِالتَّحَكُّمِ فِي نَوْعِيَّةِ الْأَصْوَاتِ الَّتِي يَنْتُجُهَا . فَكُلُّ صَوْتٍ لَهُ دَرَجَةٌ وَنَوْعٌ وَشِدَّةٌ . وَتَتَوَقَّفُ الدَّرَجَةُ عَلَى تَرْدُّدِ الصَّوْتِ فِي الْمَوْجَاتِ كُلِّ ثَانِيَةٍ . وَتَتَوَقَّفُ النَّوْعُ عَلَى شَكْلِ الْمَوْجَةِ . وَتَتَوَقَّفُ الشِدَّةُ عَلَى السَّعَةِ : فَالْأَصْوَاتُ الْمُرْتَفَعَةُ لَهَا سَعَاتُ مَوْجَاتٍ أَعْلَى . وَهَنَّاكَ صِفَةً أُخْرَى لِلصَّوْتِ تُسَمَّى غِلَافَهُ ، وَهِيَ تُحَدِّدُ كَيْفَ يَتَغَيَّرُ الصَّوْتُ أَثْنَاءَ اسْتِمْرَارِهِ . مَا هِيَ سُرْعَةُ تَزَايِدِهِ عِنْدَ خُذُوثِهِ ، وَمَا هِيَ سُرْعَةُ زَوَالِهِ ؟ وَكُلُّ نَوْعٍ مِنَ الْأَصْوَاتِ لَهُ غِلَافٌ مُتَمَيِّزٌ . وَيُولَدُ

الْمُصْطَنِعُ الْأَصْوَاتِ بِأَنْوَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنْ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VC) فَالْمِفْتَاحُ الَّذِي يَتِمُّ الطَّرْقُ عَلَيْهِ يُخْبِرُ مُدَبِّبَ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCO) لِيَبْعَثَ جُهْدًا عِنْدَ تَرْدُّدٍ مُعَيَّنٍ . وَيُغَيِّرُ مُرَشِّحُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCF) شَكْلَ الْمَوْجَةِ ، وَيَضْبِطُ مُكَبِّرُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCA) مُتَوَسَّطَ الشِدَّةِ ، أَمَّا مُوَلِّدُ الْغِلَافِ (EG) فَيَصْنَعُ تَغْيِيرَاتٍ مُعَقَّدَةً فِي شِدَّةِ الصَّوْتِ فِي الْمَدَى الْقَصِيرِ .

الأجزاء الأساسية لمصطنع الصوت
مُجَهَّزٌ

مُدَبِّبُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCO)

تَتَوَقَّفُ دَرَجَةُ الصَّوْتِ عَلَى تَرْدُّدِ الْمَوْجَةِ . وَيُولَدُ الْمُدَبِّبُ أَصْوَاتًا مُخْتَلِفَةً التَّرْدُّدِ .

مُرَشِّحُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCF)

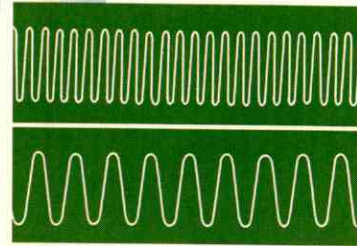
تُعْطِي الْأَشْكَالَ الْمُخْتَلِفَةَ لِلْمَوْجَاتِ الصَّوْتِ نَوْعَهُ الْمَتَمَيِّزُ . وَيَتَحَكَّمُ الْمُرَشِّحُ فِي نَوْعِ الصَّوْتِ بِتَغْيِيرِ أَشْكَالِ الْمَوْجَاتِ ، فَتَجْعَلُ الْأَصْوَاتَ مُشَابِهَةً لِلنَّعْمَاتِ الصَّادِرَةِ مِنَ آلَةِ مُوسِيقِيَّةٍ .

مُكَبِّرُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCA)

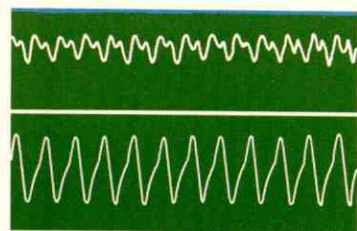
تَتَوَقَّفُ شِدَّةُ الصَّوْتِ عَلَى ارْتِفَاعِ الْمَوْجَةِ الَّتِي يُغَيِّرُهَا الْمُكَبِّرُ ، وَهِيَ تَنْتَاسِبُ مَعَ قُوَّةِ الطَّرْقِ عَلَى الْمِفْتَاحِ .

مُوَلِّدُ الْغِلَافِ

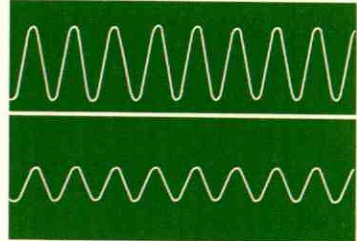
يُؤَثِّرُ مُوَلِّدُ غِلَافِ الصَّوْتِ عَلَى مُرَشِّحِ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ وَمُكَبِّرِ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ لِيُحْدِثَ سِلْسِلَةً مِنَ التَّغْيِيرَاتِ فِي شِدَّةِ الصَّوْتِ بَيْنَمَا يَرْتَفِعُ الصَّوْتُ بِسُرْعَةٍ ثُمَّ يَسْتَقِرُّ عِنْدَ مُسْتَوًى مُدَاوِمٍ ثُمَّ يَنْصَاعَلُ .



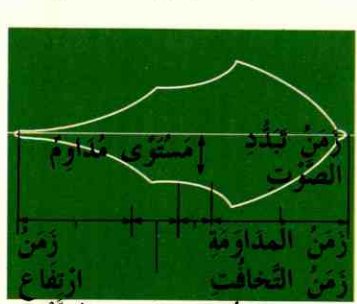
الدَّرَجَةُ الْأَعْلَى هِيَ الْغَلِيَا .



تُؤَثِّرُ أَشْكَالُ الْمَوْجَاتِ عَلَى النَّوْعِ



الصَّوْتُ الْمُرْتَفَعُ هُوَ الْغُلُوِيُّ .



تُرَسِّمُ السَّعَةُ مَعَ الزَّمَنِ الصَّوْتُ

لَوَحَاتِ الْمُصْطَنِعِ عَلَيْهَا دَوَائِرُ مُدَبِّبٍ وَمُكَبِّرٍ وَمُرَشِّحٍ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ ، وَلَمُوَلِّدِ غِلَافِ الصَّوْتِ .

عِنْدَمَا يَطْرُقُ الْعَازِفُ عَلَى مِفْتَاحٍ ، فَإِنَّ جُهْدَ هَذِهِ النِّعْمَةِ يُدْخِلُ مُدَبِّبَ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ الَّذِي يُولِّدُ إِشَارَاتٍ لِمَصْدِرِ صَوْتٍ مِنْ نَعْمَةٍ أُسَاسِيَّةٍ وَنَعْمَاتِهَا التَّوَافُيَّةِ . وَيُعِيدُ مُرَشِّحُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ تَشْكِيلَ الْمَوْجَةِ بِاسْتِيعَادِ الْمَكُونَاتِ غَيْرِ الْإِزْمَةِ مِنَ الْإِشَارَةِ ، ثُمَّ يَرْسِلُهَا إِلَى مُكَبِّرِ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ لِيُكَبِّرَهَا . وَأَثْنَاءَ خُذُوثِ الصَّوْتِ يَتَغَيَّرُ شَكْلُ الْمَوْجَةِ وَشِدَّةُ الصَّوْتِ بِمَرُورِ الْوَقْتِ طَبَقًا لِطَرِيقَةِ الطَّرْقِ عَلَى الْمِفْتَاحِ وَلِطَرِيقَةِ ضَبْطِ مُوَلِّدِ الْغِلَافِ .

يُقَوَّى الْمُكَبِّرُ الْإِشَارَاتِ الْمُتَوَلِّدَةَ
بِوَاسِطَةِ لَوْحَاتٍ مُذَبِّبٍ وَمُرْشِّحٍ
تَحْكُمُ الْجَهْدِ .

تَسْمَحُ مُتَحَكِّمَاتُ لَوْحَةِ التَّشْغِيلِ
لِلْعَازِفِ بِاخْتِيَارِ شَكْلِ مَوْجَةِ مَصْدَرِ
الصَّوْتِ وَطَرُقِ إِعْدَادِ مُرْشِّحٍ
وَمُكَبِّرِ تَحْكُمِ الْجَهْدِ ، وَمُولِدِ
غِلَافِ الصَّوْتِ .

دَوَائِرُ تَشْغِيلِ لِحْدَمَةِ لَوْحَةِ
التَّشْغِيلِ .

تَسْمَحُ لَوْحَةُ الْمَفَاتِيحِ لِلْعَازِفِ
بِاخْتِيَارِ التَّابِعِ وَالتَّوْقِيَةِ .

الْمُحَوَّلُ مِنْ رَقْمِيٍّ إِلَى قِيَاسِيٍّ يُعَيِّرُ
الْإِشَارَاتِ الرَّقْمِيَّةَ إِلَى إِشَارَاتِ
قِيَاسِيَّةٍ ثُمَّ يُرْسِلُهَا إِلَى لَوْحَاتِ
الدَّوَائِرِ .

يَسْتَقْبِلُ الْحَاسِبُ الْآلِيَّ الْإِشَارَاتِ
الرَّقْمِيَّةَ عِنْدَمَا يَضْبِطُ الْعَازِفُ أَجْهَرَةَ
التَّحْكُمِ وَيَطْرُقُ عَلَى الْمَفَاتِيحِ .



هَذَا الْمُصْطَنِعُ لَهُ لَوْحَةُ مَفَاتِيحٍ خُمَاسِيَّةِ الْجَوَابِ .

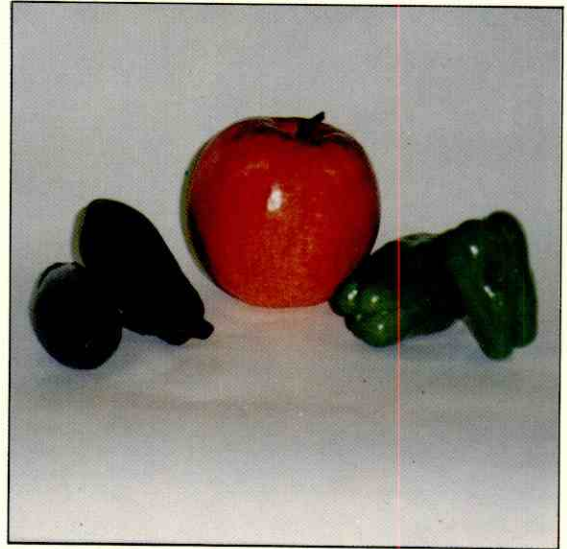
كَيْفَ تُصْنَعُ الصُّورَةُ الْفُوتُوغَرَفِيَّةُ الْفَوْرِيَّةُ الْمَلَوْنَةُ؟

الْفِيلْمُ بَعْدَ تَعْرِيزِهِ لِلضَّوءِ مَبَاشَرَةً خِلَالَ بَكَرَاتٍ إِلَى خَارِجِ الْكَامِيرَا . وَيُسَبَّبُ ضَعْفُ الْبَكَرَةِ انْفِجَارَ مَطْرُوفِ الْمُظْهِرِ الْمُغْلَقِ فَيَسِيلُ الْمُظْهِرُ عَلَى الطَّبَقَاتِ الْحَسَّاسَةِ لِلضَّوءِ . وَتَتَحَوَّلُ مُرَكَّبَاتُ الْفِصَّةِ فِي الْأَمَاكِنِ الَّتِي امْتَصَّتِ الضَّوءَ فِي الطَّبَقَاتِ الْحَسَّاسَةِ إِلَى بُلُورَاتٍ مِنَ الْفِصَّةِ وَذَلِكَ بِوَسِطَةِ الْمُظْهِرِ . وَهَذِهِ الْبُلُورَاتُ تَمْنَعُ (تَحْدِفُ) تَحَرُّرَ الصَّبْغَةِ فِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ . وَالصَّبْغَاتُ الَّتِي لَمْ تَتَعَرَّضْ لِلضَّوءِ هِيَ الْأَلْوَانُ الَّتِي تُنَاسِبُ لَوْنَ الضَّوءِ الَّذِي تَعَرَّضَ لَهُذِهِ الْمَسَاحَةُ ، فَتَسْقُطُ إِلَى الطَّبَقَةِ الْعُلْوِيَّةِ مِنَ الْفِيلْمِ مُكَوِّنَةً الصُّورَةَ .

٣ هِجْرَةُ الْأَلْوَانِ . عِنْدَمَا يَصْدِمُ الضَّوءُ الطَّبَقَةَ الْحَسَّاسَةَ لِلْأَخْضَرِ (أَسْفَلَ) ، فَإِنَّ الْمُظْهِرَ يُكُونُ طَبَقَةً مِنَ الْفِصَّةِ ، وَتُحْدَفُ الصَّبْغَةُ الْأَرْجَوَانِيَّةُ . وَلَكِنْ الصَّبْغَاتُ الصَّفْرَاءُ وَالْخَضْرَاءُ بِزُرْقَةٍ تَرْتَفِعُ فِي مَسَاحَةِ صُورَةِ الْفِيلْمِ وَتَمْتَزِجُ لِتُكُونُ اللَّوْنَ الْأَخْضَرَ . وَيَمْتَزِجُ الْأَصْفَرُ وَالْقَرْمِزِيُّ لِتُكُونَا الْأَحْمَرَ ، وَيَمْتَزِجُ الْأَخْضَرُ بِزُرْقَةٍ وَالْقَرْمِزِيُّ لِتُكُونَا الْأَرْجَوَانِيَّ .

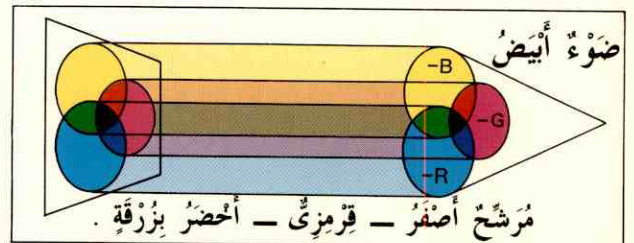
لَوْحُ الْفِيلْمِ الْفَوْرِيَّ عِبَارَةٌ عَنْ شَطِيرَةٍ مِنْ تِسْعِ طَبَقَاتٍ مِنَ الْكِيمَاوِيَّاتِ بَيْنَ طَبَقَةٍ سُفْلِيَّةٍ سَوْدَاءَ مُعْتَمَةٍ وَسَطَحٍ شَفَافٍ (مَقَابِلِ) . وَبِدَاخِلِهَا مَطْرُوفٌ مِنْ سَائِلِ التَّحْمِيضِ بِالإِضَافَةِ إِلَى ثَلَاثِ طَبَقَاتٍ مِنْ مُسْتَحْلَبَاتِ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوءِ : أَحَدَهَا لِامْتِصَاصِ الضَّوءِ الْأَزْرَقِ ، وَالثَّانِيَةُ لِلْأَخْضَرِ ، وَالثَّلَاثَةُ لِلْأَحْمَرِ . وَكُلٌّ مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ يُصَاحِبُهَا طَبَقَةٌ مِنَ الْجِيلَاتِينَ الْمَصْبُوغِ بِلَوْنِهَا الْمُتَمِّمِ .

وَعِنْدَمَا يُعَرَّضُ الْفِيلْمُ لِلضَّوءِ ، فَإِنَّ كُلًّا مِنْ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ الثَّلَاثِ تَمْتَصُّ لَوْنَهَا الْمُمَيِّزَ فَقَطْ مِنَ الضَّوءِ . ثُمَّ يُدْفَعُ



٤ الصُّورَةُ النَّهَائِيَّةُ . وَتَتَكُونُ الصُّورَةُ بَعْدَ دَقِيقَةٍ مِنَ التِّقَاطِهَا ، عِنْدَمَا تَتِمُّ الْعَمَلِيَّةُ الْكِيمِيَاءِيَّةُ .

طَرَحُ الْأَلْوَانِ مِنَ الضَّوءِ



يَتَرَكَّبُ الضَّوءُ الْأَبْيَضُ مِنْ جَمِيعِ الْأَوَانِ الطَّيِّفِ . وَطَرَحُ أَوْ حَذْفُ لَوْنٍ مِنَ اللَّوْنِ الْأَبْيَضِ يُظْهِرُ بَاقِيَ الْأَلْوَانِ . وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ الْمُرَشَّحَاتِ الصَّفْرَاءَ تَمْتَصُّ الْأَزْرَقَ ، وَالْمُرَشَّحَاتِ الْقَرْمِزِيَّةَ تَمْتَصُّ الْأَخْضَرَ ، وَالْمُرَشَّحَاتِ الْخَضْرَاءَ بِزُرْقَةٍ تَمْتَصُّ الْأَحْمَرَ . وَيُمْكِنُ تَكْوِينُ أَى لَوْنٍ ، بِمَزْجِهَا بِالنَّسَبِ الْمَضْبُوطَةِ . وَعِنْدَمَا تَتَدَاخَلُ هَذِهِ الْمُرَشَّحَاتُ الثَّلَاثَةُ مَعًا تَطْرَحُ جَمِيعَ الْأَلْوَانِ ، وَيَنْتُجُ اللَّوْنُ الْأَسْوَدُ .

● اسْتِقْطَاتُ بَصَرِيٍّ

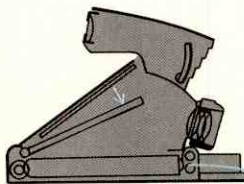
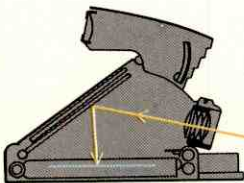
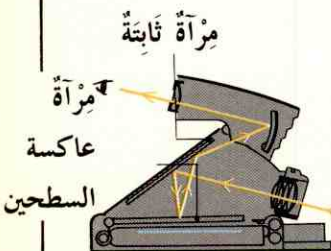
تُشَبِّهُ الْعَدْسَةُ فِي الْكَامِيرَا الْفَوْرِيَّةِ
الْعَدْسَةَ فِي أَى كَامِيرَا ، فَكُلُّ
مِنْهُمَا يُكَوِّنُ صُورَةً مَقْلُوبَةً
لِلْجِسْمِ . وَتَقُومُ مِرَاةٌ فِي نِهَائِهِ
الْكَامِيرَا بِعَكْسِ الصُّورَةِ عَلَى
الْفِيلْمِ (يَمِين) . وَكُلُّ لَوْنٍ مِنْ
ضَوْءِ الصُّورَةِ يَخْتَرِقُ طَبَقَاتِ
الْفِيلْمِ إِلَى غَمَقِي مُخْتَلِفٍ
(أَسْفَل) .

١ - التَّعْرِيزُ . يَصْدُمُ

الضَّوُّ الصَّادِرُ مِنْ
الْجِسْمِ بِلُورَاتِ الْفِضَّةِ
فِي الْمُسْتَحْلِبَاتِ الثَّلَاثَةِ
الْحَسَّاسَةِ .

٢ - الْإِظْهَارُ . عِنْدَمَا يُغْلَقُ الْعَالِقُ ، فَإِنَّ

الْمُحَرِّكَ يَدْفَعُ الْفِيلْمَ بَيْنَ بَكَرَتَيْنِ . وَيَنْضَغُطُ
الْمُظْهِرُ الْمَوْجُودُ فِي الْفِيلْمِ فَوْقَ مِسَاحَةِ
الصُّورَةِ وَتَبْدَأُ الصَّبِغَاتُ الْمَتَحَرِّرةَ عَمَلَهَا إِلَّا فِي
مَنَاطِقِ مُرَكَّبَاتِ الْفِضَّةِ الَّتِي تَأْتَرُثُ بِالضَّوِّ .



الْتِقَاطُ صُورَةٍ

التَّرْكِيزُ . عِنْدَمَا يُرَكِّزُ
الْمُصَوِّرُ لَوْضِعَ الْجِسْمِ فِي
البُورَةِ ، فَإِنَّ الْمِرَاةَ الْمُسْتَوِيَّةَ
عَاكِسَةً السُّطْحَيْنِ تَعْكِسُ
الضَّوِّ إِلَى مُعَيَّنِ الْمَنْظَرِ .

التَّعْرِيزُ . عِنْدَمَا يُفْتَحُ
الْعَالِقُ ، فَإِنَّ الْمِرَاةَ ذَاتَ
السُّطْحَيْنِ تَنْقَلِبُ فَتَعْرِضُ
الْفِيلْمَ لِلضَّوِّ .

الْإِخْرَاجُ . وَبَيْنَمَا تُخْرِجُ
البَكَرَاتُ الْفِيلْمَ ، فَإِنَّ مِرَاةَ
مُعَيَّنِ الْمَنْظَرِ تَسْقُطُ إِلَى
مَكَانِهَا ثَانِيَةً .

طَبَقَةُ شَفَافَةٍ مِنَ الْبِلَاسْتِكِ

طَبَقَةُ طَبَاعَةٍ

مُسْتَحْلِبٌ حَسَّاسٌ لِلْأَزْرَقِ

طَبَقَةُ مُظْهِرِ الْأَصْفَرِ

مُسْتَحْلِبٌ حَسَّاسٌ لِلْأَخْضَرِ

طَبَقَةُ مُظْهِرِ الْقِرْمِزِيِّ

مُسْتَحْلِبٌ حَسَّاسٌ لِلْأَحْمَرِ

طَبَقَةُ مُظْهِرِ الْأَخْضَرِ بِزُرْقَةٍ

قَاعِدَةٌ سَوْدَاءُ مُعْتَمَةٌ

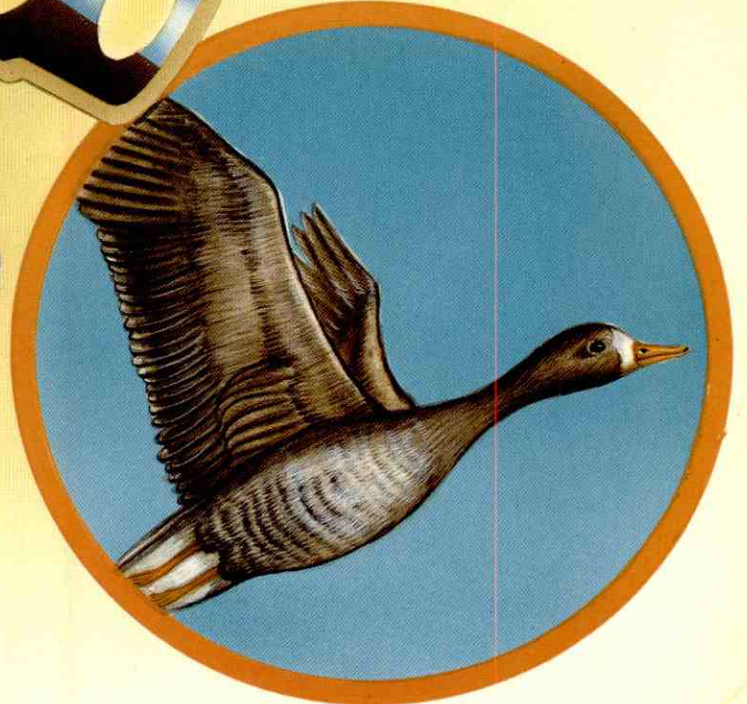
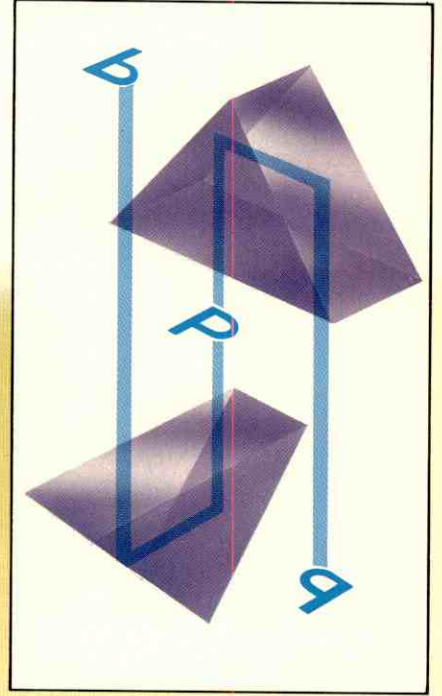
كَيْفَ تُكَبِّرُ الْمَنَاطِيرُ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ الْأَجْسَامَ؟

إِلَى أَسْفَلَ ، وَالْأَيْسَرَ إِلَى الْيَمِينِ — فَإِنَّهُ يَتِمُّ اسْتِخْدَامُ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمُنْشُورَاتِ لِتَصْحِيحِ الْإِنْقِلَابِ . فَبِمُرُورِ الضَّوئيةِ خِلَالَ هَذِهِ الْمُنْشُورَاتِ فَإِنَّهُ يَنْعَكِسُ أَرْبَعَ مَرَّاتٍ عِنْدَ مُرُورِهِ مِنَ الْعَدْسَةِ الشَّيْئِيَّةِ إِلَى الْعَدْسَةِ الْعَيْنِيَّةِ . وَبِسَبَبِ هَذِهِ الْإِنْعِكَاسَاتِ يَتَّخِذُ الضَّوئيةُ مَسَارًا طَوِيلًا غَيْرَ مَسَافَةٍ قَصِيرَةٍ ، وَلِذَلِكَ يُمَكِّنُ جَعْلَ الْأَنْبُوبِ اللَّازِمَةَ لِلْمَنَاطِيرِ الثَّنَائِيَّةِ أَقْصَرَ كَثِيرًا مِنْ أَنْبُوبِ التَّلِسْكُوبَاتِ .

تُعْتَبَرُ الْمَنَاطِيرُ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ أَوْسَعَ الْأَجْهَزةِ الْبَصَرِيَّةِ انْتِشَارًا بَعْدَ الْكَامِرَاتِ ، فَهِيَ تَزِيدُ مَتَعَةَ مُشَاهَدَةِ الْمُبَارِيَّاتِ الرِّيَاضِيَّةِ وَالْفِرَقِ الْمَوْسِيقِيَّةِ بِإِظْهَارِ مَزِيدٍ مِنَ التَّفَاصِيلِ . وَيُعْطِي هَذَا الْمِنْظَارُ الْمَزْدَوِجَ دَرَجَةً مِنْ عُمَقِ الْإِدْرَاكِ لَا يُوفِّرُهَا التَّلِسْكُوبُ أَحَادِي الْعَيْنِيَّةِ . وَأَكْثَرُ التَّصْمِيمَاتِ اسْتِعْمَالًا تَعْتَمِدُ عَلَى الْعَدْسَاتِ الْمُحَدَّبَةِ (أَسْفَلَ يَسَارَ) . وَلِأَنَّ الْعَدْسَةَ الْمُحَدَّبَةَ تَقْلِبُ وَضْعَ الصُّورَةِ — الْعُلُوَّى

الْمُنْشُورَاتُ

تُوضَعُ الْمُنْشُورَاتُ فِي مَسَارِ الْأَشْئَةِ ، وَيُعَدَّلُ الْمُنْشُورُ الْأَوَّلُ أَوْضَاعَ الصُّورِ مِنْ يَسَارٍ إِلَى يَمِينٍ ، وَيَقْلِبُ الْمُنْشُورُ الثَّانِي أَوْضَاعَهَا مِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلَ وَهَكَذَا تُصَحَّحُ الْإِنْقِلَابَاتُ .



الْمُنْشُورَاتُ

عَدْسَةُ عَيْنِيَّةٍ

■ تَكْبِيرُ الْأَجْسَامِ الْبَعِيدَةِ

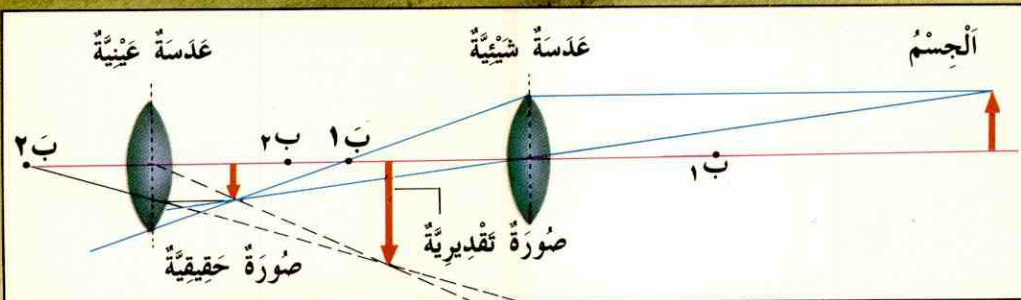
تُكَبِّرُ أَكْبَرُ الْمَنَاطِيرِ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنَةِ الصُّورَ حَتَّى ٣٥ مَرَّةً
قَدَرِ حَجْمِهَا الْأَصْلِيِّ . وَأَكْثَرُ هَذِهِ الْمَنَاطِيرِ الْمُتَوَسِّطَةِ
الَّتِي تَشَارَا يُكَبِّرُهَا مِنْ ٦ - ٧ مَرَّاتٍ وَيُعْطِي صُورَةً
وَاضِحَةً فَتُسَهِّلُ مُرَاقَبَةَ الطَّيُورِ أَوْ تَقْرِيبَ أَى مَنَظَرٍ
آخَرَ . وَالْمَنَظَرُ ٥٠×٧ مَعْنَاهُ تَكْبِيرُ ٧ مَرَّاتٍ ، وَأَنَّ
قَطْرَ الْعَدْسَةِ الشَّيْئَةِ ٥٠ م .

عَدْسَةٌ شَيْئِيَّةٌ

● نَظَرِيَّةُ عَمَلِ مَنَظَرٍ ثُنَائِيٍّ

تُكُونُ الْعَدْسَةُ الشَّيْئِيَّةُ صُورَةً
حَقِيقَةً لِلْجِسْمِ فِي الْمَسَارِ
الْبَصَرِيِّ . وَتُكُونُ الْعَدْسَةُ
الْعَيْنِيَّةُ صُورَةً تَقْدِيرِيَّةً مُكَبَّرَةً
لِلصُّورَةِ الْأُولَى ، فَيُكَبَّرُ

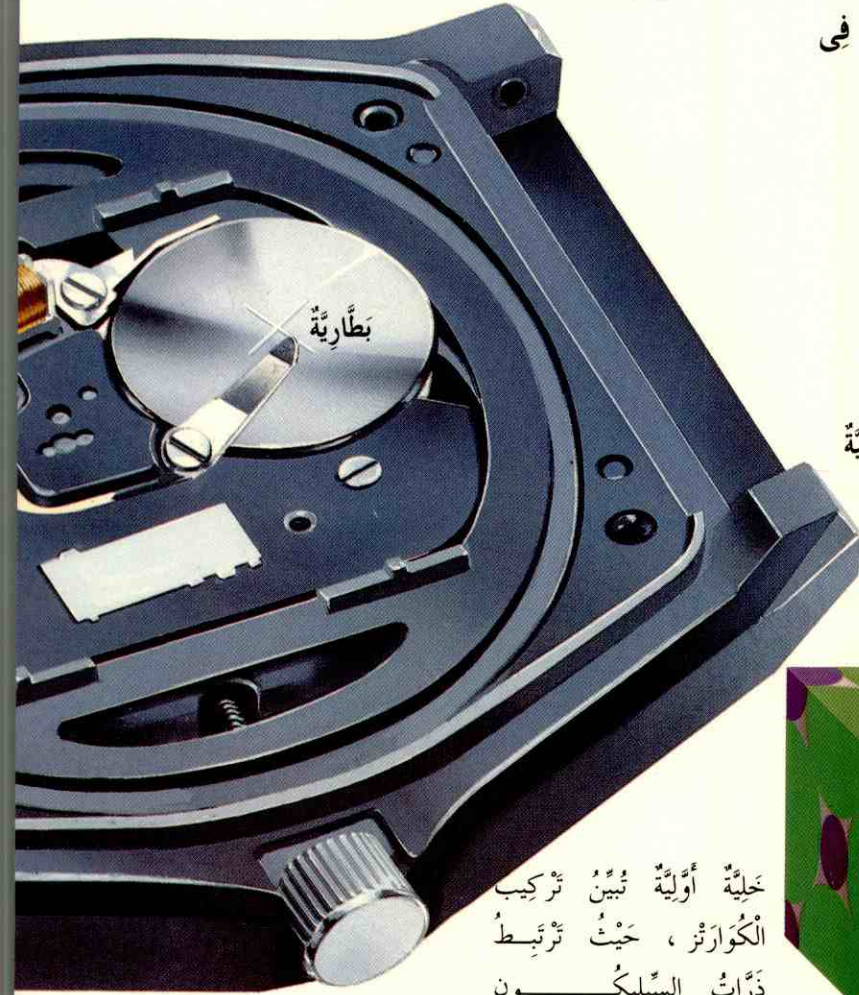
الْمَنَظَرُ ٩٥



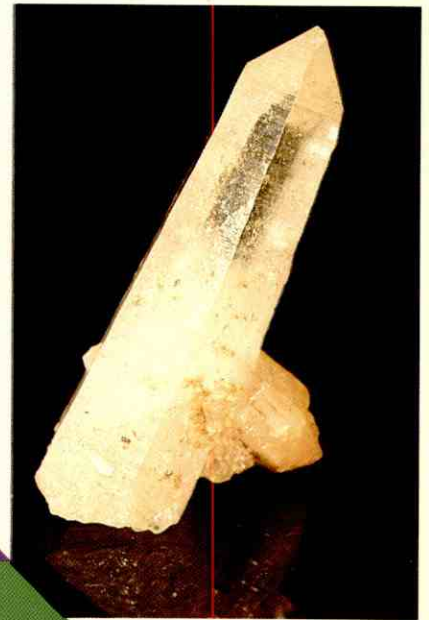
لِمَاذَا يُسْتَخْدَمُ الْكُوَارْتِزُ فِي السَّاعَاتِ؟

السَّاعَاتُ لِحِفْظِ الْوَقْتِ . وَيُمْكِنُ جَعْلُ الْكُوَارْتِزِ يَهْتَزُّ بِتَأْثِيرِ تِيَّارٍ كَهْرَبِيِّ عِنْدَ تَرْدُدٍ مُعَيَّنٍ . وَيُمْكِنُ أَنْ تُحَوَّلَ دَوَائِرُ الدَّارَاتِ الصَّغِيرَةِ هَذَا التَّرْدُدَ إِلَى تَرْدُدٍ مُحَدَّدٍ هُوَ اهْتِزَازَةٌ وَاحِدَةٌ فِي الثَّانِيَةِ . وَهَذِهِ الدَّيْبَةُ الطَّبِيعِيَّةُ غَيْرُ الْمُتَغَيِّرَةِ تُعْطَى دَقَّةً مُتَنَاهِيَةً لِلْسَّاعَاتِ الْكُوَارْتِزِيَّةِ ، لَا تُجَارِيهَا فِيهَا أَيُّ سَاعَةٍ آلِيَةٍ .

تُولَّدُ بَلُورَاتٌ مُعَيَّنَةٌ تِيَّارًا كَهْرَبِيًّا عِنْدَمَا تُضْعَفُ ، وَلِذَا تُسَمَّى بَلُورَاتٌ كَهْرَبِيَّةٌ إِجْهَادِيَّةٌ (بِيَزوكَهْرَبِيَّة) . وَبِالْعَكْسِ ، فَإِذَا أَثَّرَ تِيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ عَلَى بَلُورَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ إِجْهَادِيَّةٍ فَإِنَّهُ يُغَيِّرُ شَكْلَهَا قَلِيلًا . وَلَا يَعْنِي هَذَا التَّغْيِيرُ تَشَوُّهُ الْبَلُورَةِ كَلِّيًا ، وَلَكِنَّ الْبَلُورَةَ تَتَدَبَّدُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ بِمَعْدَلٍ ثَابِتٍ مِنْ ثَانِيَةٍ إِلَى أُخْرَى . وَالْكُوَارْتِزُ أَحَدُ هَذِهِ الْمَوَادِّ الْكَهْرَبِيَّةِ الْإِجْهَادِيَّةِ وَيُسْتَخْدَمُ فِي

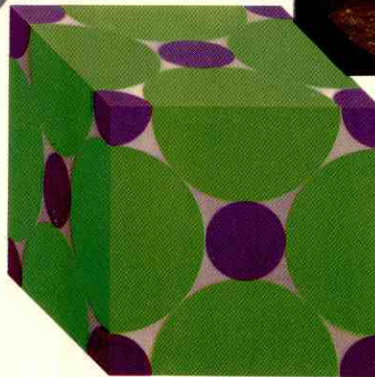


بَلُورَةُ كُوَارْتِزٍ طَبِيعِيَّةٌ



تَرْكِيبُ الْكُوَارْتِزِ

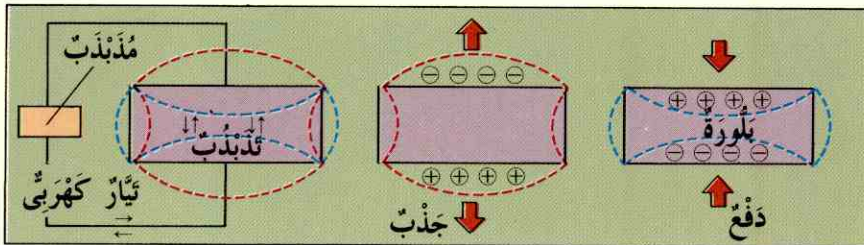
الْكُوَارْتِزُ هُوَ بَلُورَةٌ مِنْ ثَانِي أَكْسِيدِ السِّلِيكُونِ شَفَافَةٌ عَدِيمَةُ اللَّوْنِ . وَتَرْتَبِطُ ذَرَّاتُ السِّلِيكُونِ وَالْأَكْسُجِينِ فِيهَا بِرَوَابِطٍ أُيُونِيَّةٍ ، أَيُّ أَنَّهَا تَتَمَاسَكُ مَعًا بِشِخْنَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ مُتَضَادَّةٍ .



خَلِيَّةٌ أُولَيَّةٌ تُبَيِّنُ تَرْكِيبَ الْكُوَارْتِزِ ، حَيْثُ تَرْتَبِطُ ذَرَّاتُ السِّلِيكُونِ (أَرْجَوَانِي) بِذَرَّاتِ الْأَكْسُجِينِ (أَخْضَر) .

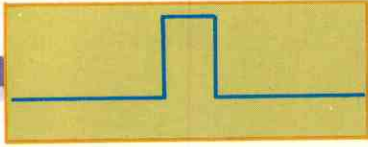
كَيْفَ تَحْدُثُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْإِجْهَادِيَّةُ .

تُولَّدُ الْبَلُورَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْإِجْهَادِيَّةُ كَهْرَبِيَّةً بِتَأْثِيرِ الضَّغْطِ . وَيَحْدُثُ ذَلِكَ لِأَنَّ تَشَوُّهُ شَكْلِ الْبَلُورَةِ (يَسَار) يَكْسِرُ بَعْضَ الرَّوَابِطِ الْأَيُونِيَّةِ وَيُحَرِّرُ الْكَيْلُونَاتِ ، فَتَتَكَوَّنُ شِخْنَةٌ مُوجِبَةٌ عَلَى أَحَدِ الْجَانِبَيْنِ وَسَالِبَةٌ عَلَى الْجَانِبِ الْآخَرِ .



بَبَضَاتٍ . يُولَّدُ الضَّغْطُ (يَمِين) شِخْنَاتٍ كَهْرَبِيَّةً عَلَى الْجَانِبَيْنِ الْمُتَقَابِلَيْنِ لِلْبَلُورَةِ . وَالْجَذْبُ (وَسَط) يَعْكِسُ الشَّخْنَاتِ . وَهَكَذَا تَنْبُضُ الْبَلُورَةُ (يَسَار) بِسَبَبِ تِيَّارِ مِنَ الشَّخْنَاتِ الْمُوجِبَةِ وَالسَّالِبَةِ .

نَبْضَةٌ وَاحِدَةٌ

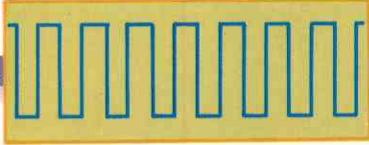


دَائِرَةُ الْمُقَسِّمِ

تَتَدَبَّدُ بِلُورَةِ الْكُوَارْتِزِ بِضَرَبَاتٍ مُنْتَظِمَةٍ وَحَسَبَ حَاجَمِهَا بَيْنَ ٦٠٠٠ ، ٤٠٠٠ نَبْضَةٍ فِي الثَّانِيَةِ . وَتُحَوَّلُ دَائِرَةُ دَارَةِ مُصَغَّرَةِ هَذَا الْإِهْتِزَازِ إِلَى دَوْرَةٍ كُلِّ ثَانِيَةِ (هِرْتِزْ وَاحِد) . وَتُؤَدِّي هَذِهِ الطَّاقَةُ الْمُنْتَظِمَةُ الْمُحَرِّكَ الَّذِي يُحَرِّكُ الْعُقَارِبَ عَلَى التَّدْرِيجِ .

دَائِرَةُ الْمُقَسِّمِ

نَبْضَاتٌ مُوجَّةٌ مُرَبَّعَةٌ



دَائِرَةُ الْمُدَبِّدِ

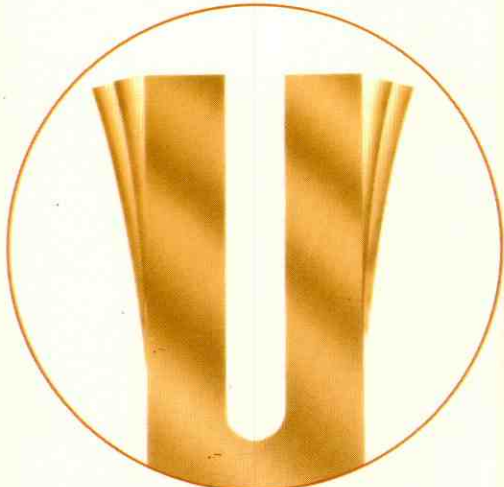
تَتَدَبَّدُ بِلُورَةِ الْكُوَارْتِزِ بِوَاسِطَةِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ مِنَ الْبَطَّارِيَةِ . وَيُعْتَبَرُ التَّرْدُّدُ الطَّبِيعِيُّ لِلْبَلُورَةِ دَقَاقًا ، فَيَسَاعِدُ جَمِيعَ أَجْزَاءِ الدَّائِرَةِ .

دَائِرَةُ تَدَبُّدٍ

وَحْدَةُ بَلُورَةٍ

مُحَرِّكُ النَّبْضِ

عُقَارِبُ



حَرَكَةُ مُدَبِّدِ كُوَارْتِزْ .

مُدَبِّدُ كُوَارْتِزْ مُحَكَّمُ التَّغْلِيفِ

يُصْنَعُ مُدَبِّدُ الْكُوَارْتِزِ (أَعْلَى) مِنْ شَرَائِحَ رَقِيقَةٍ مِنَ الْكُوَارْتِزِ الْمُصْطَنَعِ ، وَبِذَلِكَ فَإِنَّهُ يَهْتَزُّ عِنْدَ التَّرْدُّدِ الْمُخْتَارِ . وَتُوصَّلُ بِهِ الْأَقْطَابُ الْكَهْرَبِيَّةُ ، ثُمَّ يُوضَعُ فِي حَاوِيَةٍ عَدِيمَةِ الْهَوَاءِ وَيُحَكَّمُ إِغْلَاقُهَا (يَمِين) ، فَيُصْبِحُ وَحْدَةً بَلُورَةً لِسَاعَةٍ .

وَحْدَةُ بَلُورَةٍ فِي سَاعَةِ كُوَارْتِزْ

5

آلات للمنزل

الْبَيْتُ لَيْسَ مَكَانًا لِلنُّومِ فَقَطْ ، وَلَكِنَّهُ أَيْضًا مَكَانٌ لِتَنَاوُلِ الطَّعَامِ ، وَحَيَاكَةِ وَغَسْلِ الْمَلَابِسِ وَالِاسْتِحْمامِ ، أَوْ بِبَسَاطَةِ مَكَانٍ لِلِاسْتِرْحَاءِ فِي رَاحَةٍ . وَتَحْتَاجُ مُعْظَمُ هَذِهِ الْأَنْشِيطَةِ وَغَيْرُهَا إِلَى آتَاتٍ جَدِيدَةٍ . وَتَعْتَمِدُ مُعْظَمُ هَذِهِ الْآتَاتِ عَلَى نَظَرِيَّاتٍ وَضِعَتْ مِنْ قَدِيمِ الزَّمَانِ . فَصُنِّبُورُ الْمَاءِ هُوَ تَطْوِيرٌ لِأَحَدِ الْآتَاتِ الْبَدَائِيَّةِ الْبَسِيطَةِ وَهُوَ اللَّوْلُبُ (الْقِلَاوِظُ) . وَبِنَفْسِ الْبَسَاطَةِ ، فَإِنَّ إِثَاءَ الطَّهْيِ بِالضَّغْطِ يُحْكِمُ غَلْقَ الْغِطَاءِ عَلَى مَاءٍ يَغْلَى لِزَيْدِ الضَّغْطِ ، فَتَرْتَفِعُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ .

وَيَعْمَلُ كَثِيرٌ مِنَ الْأَجْهَزَةِ وَالْمُعَدَّاتِ الْمُسْتَحْدَمَةِ فِي الْمَنْزِلِ حَالِيًا الْكُتْرُونِيًّا وَذَاتِيًّا . أَيْ أَنَّهَا تُشْعَلُ وَتُوقَفُ نَفْسَهَا بِوَاسِطَةِ مُجَسَّاتٍ أَوْ مَوْقِفَاتٍ . فَالْثَّلَاجَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ تَحْفَظُ الطَّعَامَ دَاخِلَهَا بَارِدًا إِلَى دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ ثُمَّ تُشْعَلُ دَوْرَةَ التَّبْرِيدِ عِنْدَمَا يَسْخُنُ دَاخِلُهَا . وَتَبْقَى الْمِكْوَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ عِنْدَ مَدَى مُعَيَّنٍ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ لِأَنَّ مُجَسَّاتٍ حَرَارِيًّا يَقْطَعُ التِّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ إِذَا وَصَلَتْ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا إِلَى الْقِيَمَةِ الْعُظْمَى . وَتُوَدَّى غَسَالَةُ الْمَلَابِسِ الْكَهْرَبِيَّةُ بِوَاسِطَةِ مَوْقِفٍ دَوْرَاتِهَا لِلْغَسِيلِ وَالصَّرْفِ وَالشَّطْفِ . وَيَعْتَمِدُ نِظَامُ الْأَمَانِ — فِي مُعْظَمِهَا — عَلَى مُعَدَّاتٍ حَسَّاسَةٍ لِأَيِّ تَدْخُلٍ . وَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ نَظَرِيَّاتٍ وَآلِيَّاتِ الْعَمَلِ دَاخِلَ بَعْضِ الْآتَاتِ الَّتِي تُثْرَى حَيَاتُنَا الْمَنْزِلِيَّةَ .

تَكُونُ الْحَيَاةُ دَاخِلَ الْمَنْزِلِ أَسْهَلَ وَأَكْثَرُ أَمَانًا وَرَاحَةً بِفَضْلِ كَثِيرٍ مِنَ الْإِخْتِرَاعَاتِ الَّتِي يَظْهَرُ بَعْضُهَا فِي الصُّورَةِ ، مِنْ الصُّنْبُورِ الْبَسِيطِ إِلَى فُرْنِ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ (الْمِكْرُووَيْفِ) الْمُعَقَّدِ .



هل يمكن إسرار الطهي بزيادة الضغط؟

ضغط الهواء ونقطة الغليان

يوضح هذا الرسم البياني كيف تزداد نقطة غليان الماء بارتفاع ضغط الهواء. وعند الضغوط المنخفضة - أقل من ١ ضغط جوي - كما في الجبال، يغلي الماء عند درجات حرارة منخفضة ولا ينضج الطعام إلا بعد مدة طويلة. أما تحت الضغوط العالية، فترتفع درجات حرارة الماء إلى درجة مرتفعة قبل أن تغلي. (الرسم أسفل)

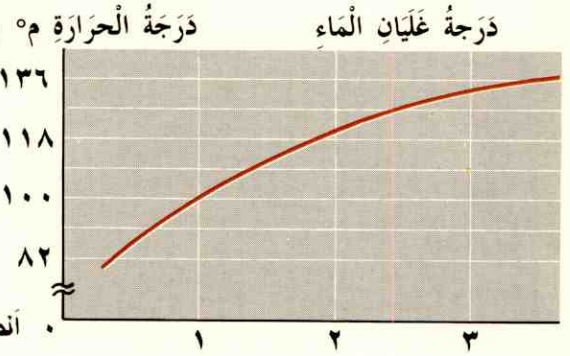
صمام الثقيل الساكن

زئبقك لأمسك الذراع

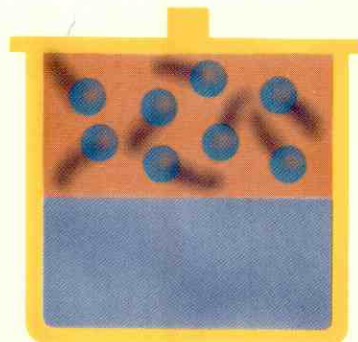
حلقة من المطاط

انضغط (بالجوى)

القدر الكاتم هو جهاز من التطبيق العملي للفيزياء لخدمة المطبخ. ويعتمد عمل القدر على الحقيقة التي تنص على أن الماء يغلي عند درجات حرارة تتوقف على الضغط المحيط به. ويعرف ضغط الهواء عند مستوى سطح البحر بـ ١ ضغط جوي.. ويغلي الماء عند هذا الضغط عند ١٠٠°م. وعندما يبدأ الغليان، تتكون فقاعات في الماء نتيجة تحول الماء السائل إلى غاز وهروبه كبخار ماء. وتسمى هذه العملية تغير الحالة. وعندما يصل الماء إلى الغليان الكامل، فإن زيادة التسخين لا ترتفع درجة حرارة الماء، ولكنها تحولها إلى بخار ماء. وقد يصل الضغط داخل القدر الكاتم إلى ٢ ضغط جوي. وتحت هذا الضغط لا يحدث تغير الحالة من ماء إلى بخار عند ١٠٠°م، ولكنها يحدث عند ١٣٠°م وهذا يسمح للطعام بالنضج في ثلث الوقت العادي. ولذلك فإن القدور الكاتمة يمكن تسميتها قدور طهي في الدرجات العالية، لأن الضغط المتزايد يرفع درجات الحرارة.



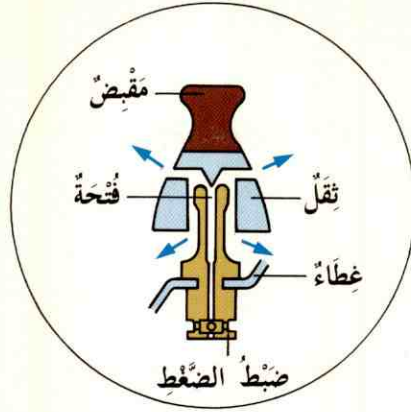
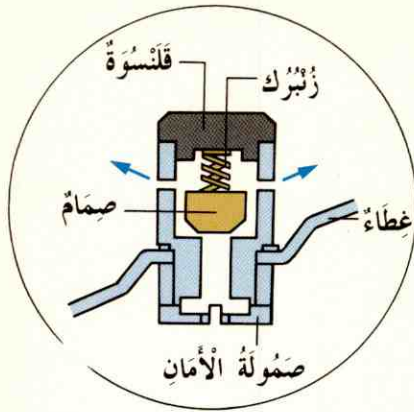
إناء حساء وقدر كاتم



يكون لإناء الحساء عادة جذران رفيعة وغطاء سائب. ويتصاعد بخار الماء من الماء المغلي ليخرج من الإناء، فلا ترتفع درجة الحرارة عن ١٠٠°م. يكون للقدر الكاتم جذران سميكة وغطاء محكم وصمامات للتحكم في الضغط. وتعمل زيادة التسخين على ارتفاع كل من الضغط ودرجة الحرارة.

تَرْكِيبُ الْقِدْرِ الْكَاتِمِ

يَجِبُ أَنْ يَكُونَ لِلْقِدْرِ الْكَاتِمِ جُدرانٌ مَبْنِيَّةٌ وَغِطَاءٌ مُؤَمَّنٌ إِغْلَاقُهُ لِتَقَاوِمِ الضَّغْطِ الْمُتَزَايِدِ أثنَاءِ الطَّهْيِ . وَلِيَبْطُلَ الضَّغْطُ فِي الْقِدْرِ تَحْتَ التَّحَكُّمِ الدَّقِيقِ تُسْتَخْدَمُ ثَلَاثُ مَعْدَّاتٍ (يَسَار) هِيَ صِمَامُ الثَّقَلِ السَّاكِنُ وَصِمَامُ الْأَمَانِ وَحَلْقَةُ الْمَطَّاطِ .



صِمَامُ الْأَمَانِ . يُصَبِّطُ صِمَامُ الْأَمَانِ الزُّنْبُرُكِيُّ لِتَحْتَمِلَ ضَغْطًا يَزِيدُ قَلِيلًا عَلَى صِمَامِ الثَّقَلِ السَّاكِنِ . فَإِذَا زُنِقَ صِمَامُ الثَّقَلِ السَّاكِنِ ، فَإِنَّ الضَّغْطَ يَفْتَحُ صِمَامَ الْأَمَانِ .

صِمَامُ الثَّقَلِ السَّاكِنِ . تُعْطَى الْفُتْحَةُ الَّتِي يَخْرُجُ مِنْهَا الْبَخَارُ بِثَقْلٍ مِنْ أَعْلَى . وَيَخْرُجُ الْبَخَارُ عَلَى دَفْعَاتٍ إِذَا رَفَعَ ضَغْطُهُ الثَّقَلِ .

وَضْعُ الطَّهْيِ خُرُوجُ الْبَخَارِ الزَّائِدِ

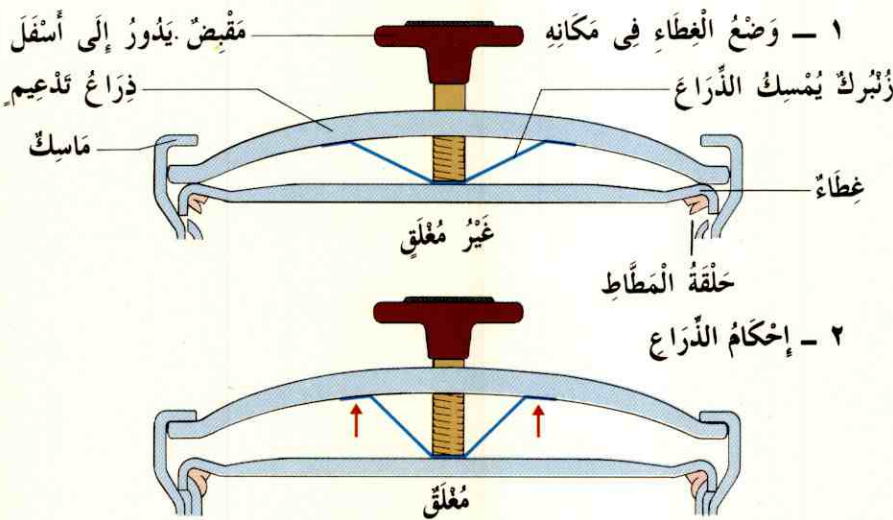


حَلْقَةُ الْمَطَّاطِ . إِذَا فَشِلَ كُلُّ مِنْ صِمَامِ الثَّقَلِ السَّاكِنِ وَصِمَامِ الْأَمَانِ فِي تَصْرِيفِ الضَّغْطِ الزَّائِدِ ، فَإِنَّ حَلْقَةَ الْمَطَّاطِ تَتَدَاعَى (يَمِين) وَتَسْمَحُ لِبَخَارِ الْمَاءِ بِالْخُرُوجِ فَتَمْنَعُ زِيَادَةَ الضَّغْطِ الَّتِي قَدْ تُسَبِّبُ انفِجَارَ الْإِنَاءِ .

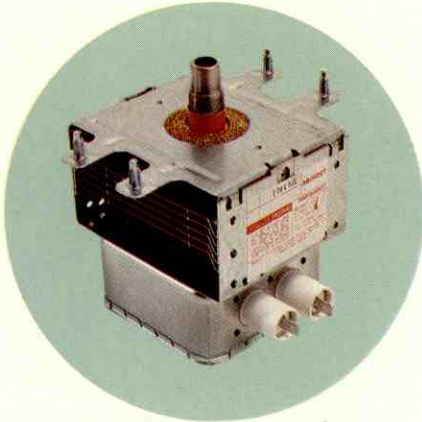


إِغْلَاقُ قِدْرِ كَاتِمٍ

إِذَا أُدِيرَ الْمَقْبِضُ تَرْتَفِعُ ذِرَاعُ التَّدْعِيمِ إِلَى أَعْلَى فِي مَكَانِهَا تَحْتَ الْمَاسِكَيْنِ الْجَانِبِيَيْنِ ، فَتَضْغُطُ عَلَى الْغِطَاءِ إِلَى أَسْفَلٍ عَلَى حَلْقَةِ الْمَطَّاطِ الْمَوْضُوعَةِ عَلَى الْمُحِيطِ الدَّاخِلِيِّ لِلْقِدْرِ .



لماذا تُنضجُ الموجاتُ الدَّيْقَةُ (الميكروويف) الطَّعامَ؟



مَغْنِطْرُون (صمام ثنائي مغناطيسي)

الطَّهْيُ فِي فُرْنِ مَوْجَاتِ دَقِيقَةٍ .

لَا يَطْهُو فُرْنُ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ بِالْحَرَارَةِ وَلَكِنْ بِإِشْعَاعٍ يُشَبِّهُ مَوْجَاتِ الرَّادَارِ . وَفِي الْفُرْنِ الْعَادِيِّ تُصْطَدِمُ الْحَرَارَةُ بِالْجُزْءِ الْخَارِجِيِّ مِنَ الطَّعَامِ ثُمَّ تَأْخُذُ طَرِيقَهَا دَاخِلَهُ . وَلَكِنْ إِشْعَاعُ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ يَحْتَرِّقُ الطَّعَامَ لِيَصْطَدِمَ بِأَرْضِيَّةِ الْفُرْنِ أَوْ جُدْرَانِهِ ثُمَّ يَرْتَدُّ لِيَحْتَرِّقُ الطَّعَامَ مَرَّةً أُخْرَى . وَالْمَوْجَاتُ الدَّقِيقَةُ تُعَيِّرُ أَيْضًا قُطْبَيْتَيْهَا — أَوْ اتِّجَاهَهَا الْمَوْجِبَ — سَالِبَ — عِدَّةَ بَلَايِينَ الْمَرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ . وَيُؤَثِّرُ هَذَا الْإِهْتِزَازُ السَّرِيعُ لِلْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ عَلَى الْمَاءِ فِي الطَّعَامِ ، لِأَنَّ الْمَاءَ حَاصِيَّةً خَاصَّةً . فَجُزْئَاتُ الْمَاءِ لَهَا قُطْبِيَّةٌ أَيْضًا . فَكُلُّ جُزْءٍ مَاءٍ لَهُ طَرَفٌ مُوجِبٌ وَطَرَفٌ سَالِبٌ ، لِأَنَّ الْمَاءَ يَتَكَوَّنُ مِنْ ذَرَّةٍ أُكْسُجِينٍ سَالِيَةٍ ، وَذَرَّتَيْ هَيْدْرُوجِينَ مُوجِبَتَيْنِ . وَيَسْتَجِيبُ كُلُّ جُزْءٍ مَاءٍ إِلَى انْعِكَاسِ مَجَالِ الْمَوْجَةِ الدَّقِيقَةِ بِأَنَّهُ يَعْكِسُ نَفْسَهُ (أَسْفَلَ) ، فَيَلْتَوِي لِلأَمَامِ وَالْخَلْفِ بَلَايِينَ الْمَرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ . وَيَحْتَكُّ أَثْنَاءَ انْعِكَاسِهِ بِالْجُزْئِيَّاتِ الْأُخْرَى الْمُحِيطَةِ بِهِ ، فَتَتَوَلَّدُ حَرَارَةٌ تَجْعَلُ الطَّعَامَ يَنْضِجُ بِسُرْعَةٍ .

مَوْجَةُ دَقِيقَةٍ

مَوْجَةُ الْمَوْجَةِ

هَوَائِي

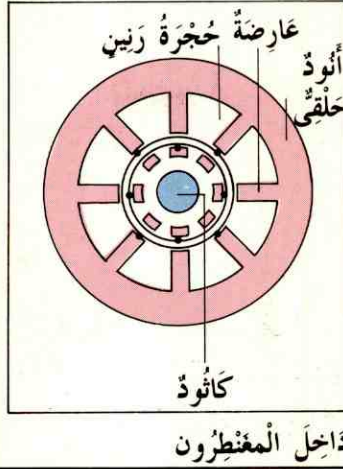
مَغْنِطْرُون

مَرَوْحَةُ تَبْرِيدٍ

مَائِدَةُ دَوَّارَةٍ

كَيْفَ يُكَوَّنُ الْمَغْنِطُرُونُ الْمَوْجَاتِ

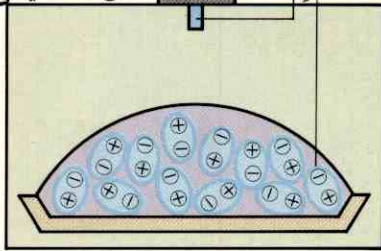
الْمَغْنِطُرُونُ هُوَ أَهَمُّ جُزْءٍ فِي تَرْكِيبِ فُرْنِ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ ، وَهُوَ نَوْعٌ مِنْ أَنْبُوبِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ تُؤَلِّدُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ مِنْ كَاتُودٍ (مَهْبِط) سَاحِجٍ . وَيَتَكَوَّنُ السَّطْحُ الْخَارِجِيُّ لِلْكَاتُودِ مِنْ مَوَادِّ بَاعِئَةٍ لِلإِلِكْتُرُونَاتِ تُنتِجُ سَيَّلاً مِنْ الإِلِكْتُرُونَاتِ عِنْدَمَا يَسْخُنُ الْكَاتُودُ بِمُرُورِ آلاَفِ الْفُولْتَاتِ مِنْ تَيَّارٍ مُسْتَمِرٍّ . وَيَحَاطُ الْكَاتُودُ (الْقُطْبُ السَّالِبُ) بِمِصْعَدٍ حَلَقِيٍّ مُوجِبٍ (أَنْوْد) يَحْوِي عِدداً مِنْ



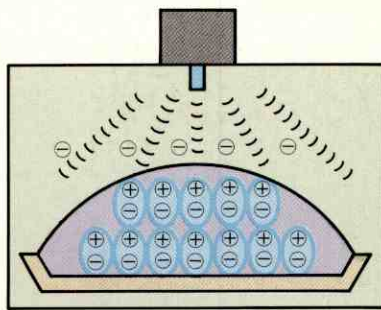
حُجَرَاتِ الرِّينِ . وَيُوضَعُ الْكَاتُودُ وَالْأَنْوُدُ بَيْنَ مَغْنَاطَيْسَيْنِ دَائِمَيْنِ . وَإِذَا ضُبِطَتْ شِدَّةُ الْمَجَالَيْنِ الْكَهْرَبِيِّ وَالْمَغْنَاطَيْسِيِّ ، فَإِنَّ الإِلِكْتُرُونَاتِ الْمُنْبَعِثَةَ مِنَ الْكَاتُودِ تَتَحَرَّكُ فِي اتِّجَاهِ عُمُودِيٍّ عَلَى كُلِّ مِنَ الْمَجَالَيْنِ . وَتُسَبِّبُ هَذِهِ الْحَرَكَاتُ تَكَوُّنَ مَوْجَةٍ مُتَحَرِّكَةٍ تَدُورُ وَتُحْدِثُ رَيْنًا مُتَرَامِئًا مَعَ الإِلِكْتُرُونَاتِ الَّتِي فِي الْفَرَاغِ بَيْنَ الْكَاتُودِ وَالْأَنْوُدِ ، فَتَحُولُ قُدْرَةُ الإِلِكْتُرُونَاتِ إِلَى طَاقَةٍ مَوْجَةٍ دَقِيقَةٍ .

كَيْفَ تُؤَثِّرُ الْمَوْجَاتُ الدَّقِيقَةُ عَلَى الْمَاءِ

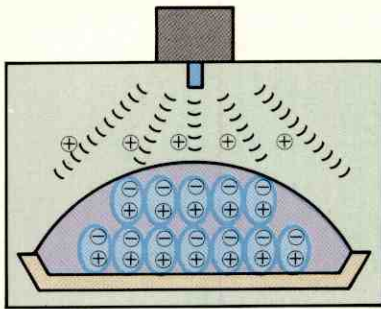
جُزْءُ مَاءٍ هَوَائِيٍّ
مَغْنِطُرُونُ (صَمَامٍ ثَنَائِيٍّ مَغْنَاطَيْسِيِّ)



عَشَوَائِيَّةٍ . تَتَرْتَّبُ جُزْئَاتُ الْمَاءِ فِي الطَّعَامِ عَادَةً بِطَرِيقَةٍ عَشَوَائِيَّةٍ ، فَتَشِيرُ أَقْطَابُهَا الْمَوْجِبَةُ وَالسَّالِبَةُ فِي أُنَى وَكُلِّ اتِّجَاهٍ .



تُرْتَبِّبُ . ائْتَاءَ الطَّوْرِ الْأَوَّلِ لِدَوْرَةٍ مَوْجَةٍ دَقِيقَةٍ ، تُرْتَّبُ جَمِيعُ جُزْئَاتِ الْمَاءِ نَفْسَهَا بِحَيْثُ تُوَاْجِهُ أَقْطَابُهَا الْمَوْجِبَةُ الطَّرْفَ السَّالِبَ لِلْمَجَالِ .



الْعَكَاسِ . فِي الطَّوْرِ الثَّانِي لِنَفْسِ الدَّوْرَةِ ، يَكُونُ الْمَجَالُ لِلْمَوْجَةِ مُوجِبًا ، فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ جَمِيعِ جُزْئَاتِ الْمَاءِ . وَهَذَا الْإِنْعِكَاسُ يَحْدِثُ بِلَايِنِ الْمَرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ ، وَيُولِّدُ حَرَارَةً .

كَيْفَ يُمَكِّنُ لِآلَةٍ أَنْ تَقُومَ

آلة حياكة بالحاسب الآلي

لوحة الأشكال

رافعة جذب لأعلى

شحنة الخيط العلوي

قضيب الإبرة
إبرة

قاعدة الضاغطة

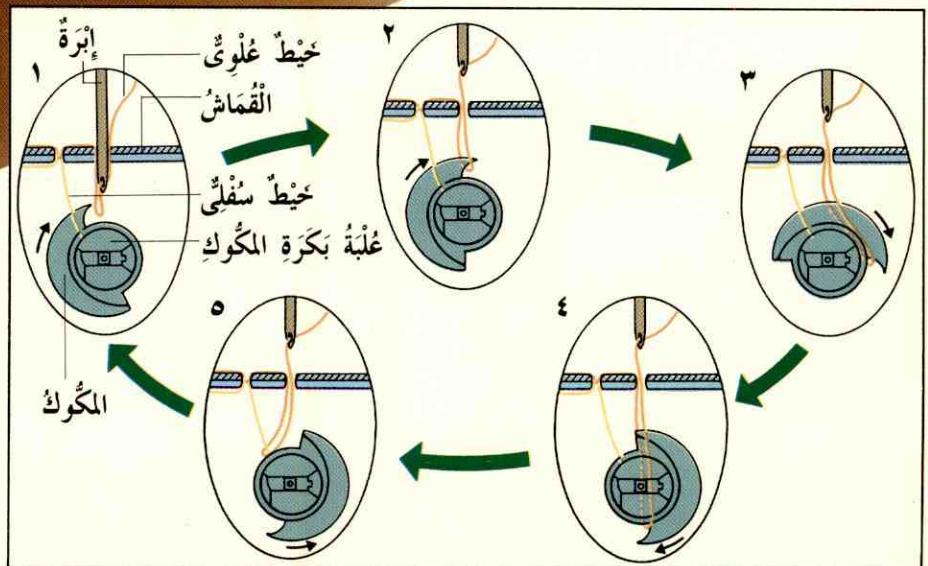
غلبة بكرة المكوك

ماسك التغذية

لهذه الآلة معالج دقيق خلف لوحة الأشكال . ويتحكم المعالج في كل عمليات الآلة ويوجه حركة الإبرة لينتج شكل أي غرز موجودة على لوحة الأشكال .

عمل غرز آلة أساسية

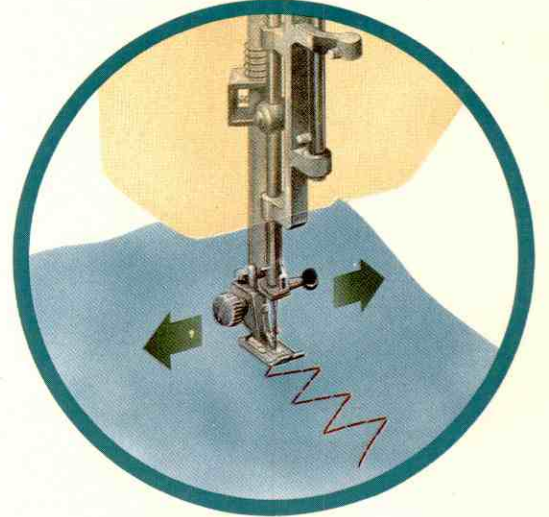
تمرر الإبرة خيطها خلال القماش مكونة حلقة (١) . يلتقط خطاف المكوك الدوار الحلقة (٢) ، ثم يأخذها حول بكرة المكوك داخله (٣، ٤) فتقاطع مع خيط الإبرة فوق المكوك (٥) .



بِحَيَاكَةِ الْمَلَابِسِ؟

كَيْفَ تَتَحَرَّكُ الْإِبْرَةُ؟

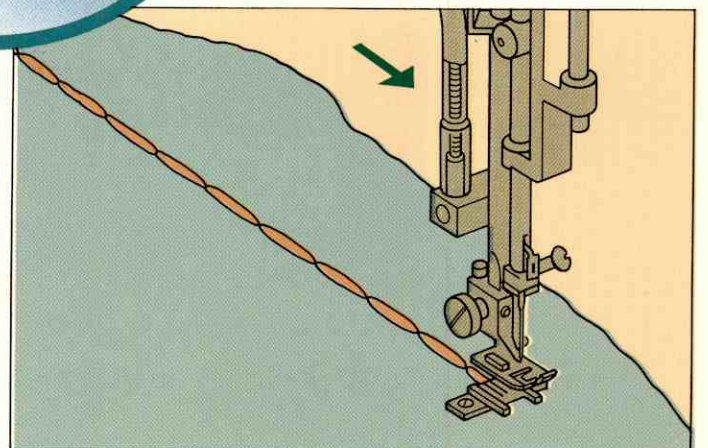
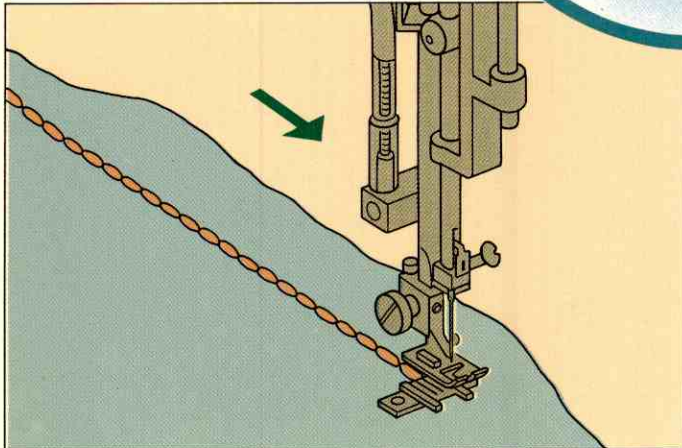
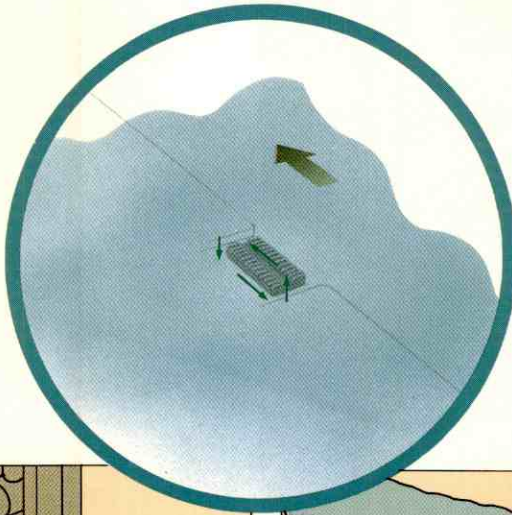
يَجِبُ أَنْ تَتَحَرَّكُ الْإِبْرَةُ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ
لِكُلِّ غُرْزَةٍ ، وَلَكِنَّهَا يُمَكِّنُ أَنْ تَتَحَرَّكَ إِلَى
الْجَانِبِ أَيْضًا لِمَسَافَاتٍ قَصِيرَةٍ . وَإِذَا
تَحَرَّكَتِ الْإِبْرَةُ إِلَى الْيَمِينِ وَالْيَسَارِ أَثْنَاءَ
الْحَيَاكَةِ فَإِنَّهَا تُنْتِجُ حَيَاكَةً مُتَعَرِّجَةً
(زجراج) .



تُكَوِّنُ آلَةُ الْحَيَاكَةِ الْغُرَزَ بِاسْتِخْدَامِ خَيْطَيْنِ لَا خَيْطٍ وَاحِدٍ . وَيَأْتِي الْخَيْطُ الْآخَرُ
أَحَدَ الْخَيْطَيْنِ مِنْ فَوْقِ الْقَمَاشِ بِوَاسِطَةِ الْإِبْرَةِ ، وَيَأْتِي الْخَيْطُ الْآخَرُ
مِنْ بَكَرَةٍ صَغِيرَةٍ تَحْتَ الْقَمَاشِ تُسَمَّى الْمَكْوَكُ . وَتُكَوِّنُ الْآلَةُ كُلَّ
غُرْزَةٍ بَلْفٍ أَحَدِ الْخَيْطَيْنِ حَوْلَ الْآخَرِ بِوَاسِطَةِ مَكْوَكٍ دَوَّارٍ (مَقَابِلِ
أَسْفَلَ) ثُمَّ جَذَبِ الْغُرُورَ مَشْدُودَةً مِنْ أَعْلَى بِوَاسِطَةِ رَافِعَةِ الْجَذَبِ
لِأَعْلَى (مَقَابِلِ) . وَعِنْدَمَا تُكْتَمَلُ غُرْزَةٌ يُدْفَعُ الْقَمَاشُ مِنْ مَكَانِهِ
لِيَسْتَعِدَّ لِلْغُرْزَةِ التَّالِيَةِ بِوَاسِطَةِ لَوْحٍ مُسَنَّيٍّ يُسَمَّى مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ
مَوْضُوعٍ عَلَى قَاعِدَةِ الْآلَةِ تَحْتَ الْإِبْرَةِ مُبَاشَرَةً . وَكُلُّ هَذِهِ
الْمُعَدَّاتِ — الْإِبْرَةُ وَالْمَكْوَكُ وَرَافِعَةُ الْجَذَبِ لِأَعْلَى وَمَاسِكُ
التَّغْذِيَةِ — تَتَّصِلُ بَعْضُهَا بِأُخْرَى وَتَعْمَلُ مِنْ مَصْدَرٍ قُدْرَةٍ مُشْتَرَكَةٍ فِي
تَرَامُنٍ بَحِثٍ يُؤَدِّي كُلُّ مِنْهَا عَمَلَهُ فِي دَوْرِهِ . وَأَوَّلُ آلَةِ حَيَاكَةِ كَانَتْ
تُدَارُ إِمَّا بِعُمُودٍ إِدَارَةٍ بِالْيَدِ أَوْ دَوَّاسَةٍ تَعْمَلُ بِالْقَدَمِ . وَتُسَمَّى الْقُدْرَةُ
حَالِيًا مِنْ مُحَرِّكِ كَهْرَبِيٍّ . وَبَعْضُ آلَاتِ الْحَيَاكَةِ لَهَا مُعَالِجٌ دَقِيقٌ
أَيْضًا ، مُبَرِّمَجٌ لِيَحَرِّكَ الْإِبْرَةَ فِي أَشْكَالٍ كَثِيرَةٍ خَاصَّةً (مَقَابِلِ) .

كَيْفَ يُحَرِّكُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ
الْقَمَاشَ ؟

لِكَيْ يَتَحَرَّكَ الْقَمَاشُ فِي اتِّجَاهِ السَّهْمِ
الْأَخْضَرَ الْعَرِضِ (يَمِينِ) ، فَإِنَّ مَاسِكَ
التَّغْذِيَةِ يَتَحَرَّكُ أَعْلَى وَإِلَى الْأَمَامِ (الْأَسْهُمِ
الْخَضِرَاءِ الرَّفِيعَةِ) فَيَزِلُّ الْقَمَاشَ تَحْتَ
قَاعِدَةِ الضَّاعِطِ . وَبَيْنَمَا تُصْنَعُ الْغُرْزَةُ ،
يَنْزِلُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ أَسْفَلَ وَإِلَى الْخَلْفِ
لِيَبْدَأَ قَبْضَةً جَدِيدَةً . وَيَتَوَقَّفُ مَقْدَارُ حَرَكَةِ
الْمَاسِكِ عَلَى حَجْمِ الْغُرْزَةِ .



عِنْدَ الضَّبْطِ لِتَكْوِينِ غُرْزٍ طَوِيلَةٍ ، يَنْزِلُ الْقَمَاشُ مَسَافَاتٍ أَطْوَلَ .
عِنْدَ الضَّبْطِ لِتَكْوِينِ غُرْزٍ قَصِيرَةٍ ، يَتَحَرَّكُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ حَرَكَاتٍ
قَصِيرَةً .

كَيْفَ تُبَرِّدُ الثَّلَاجَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الطَّعَامَ؟

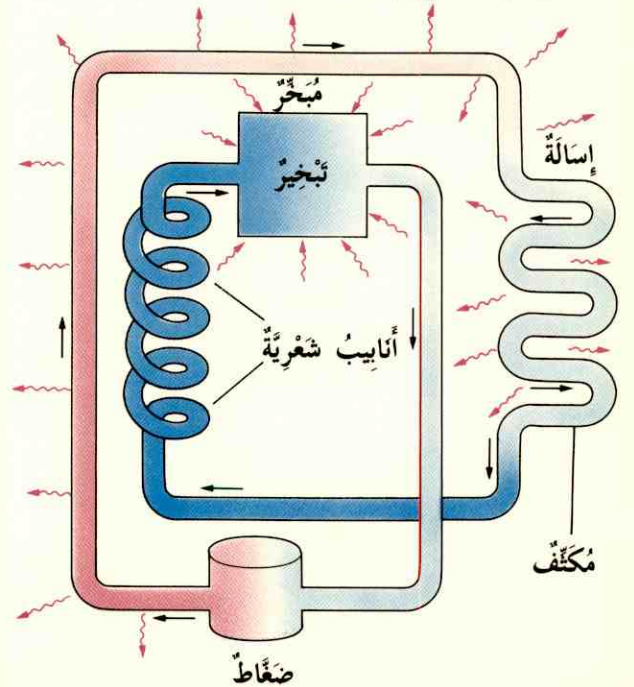
دَاخِلُ ثَّلَاجَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ

تُسْتَفِيدُ الثَّلَاجَةُ مِنْ طَرِيقَةِ انْتِقَالِ الْحَرَارَةِ عِنْدَمَا يَحْدُثُ تَغْيِيرٌ فِي حَالَةِ مَادَّةٍ . فَعِنْدَمَا يَتَبَخَّرُ سَائِلٌ — أَيْ يَتَحَوَّلُ مِنْ الْحَالَةِ السَّائِلَةِ إِلَى الْحَالَةِ الْغَازِيَّةِ كَنَحْوِ مَاءٍ يَغْلَى إِلَى بُخَارٍ — فَإِنَّهُ يَمْتَصُّ حَرَارَةً فَيَبْرُدُ الْوَسْطُ الْمَحِيطُ بِهِ . وَعِنْدَمَا يَتَكَثَّفُ غَازٌ مُتَحَوِّلاً إِلَى سَائِلٍ مَرَّةً أُخْرَى ، فَإِنَّهُ يَطْرُدُ حَرَارَةً .

وَيَدُورُ فِي الثَّلَاجَةِ مَبْرَّدٌ — هُوَ عَادَةً الْفَرِيُون — خِلَالَ أَنْيَابٍ دَاخِلٍ وَخَارِجٍ قِسْمِ التَّبْرِيدِ . وَيَتَحَكَّمُ فِي ضَغْطِ النِّظَامِ عِدَّةُ صِمَامَاتٍ وَمِصْحَحة تُسَمَّى الضَّغْطَاطُ . وَيُصَمِّمُ النِّظَامُ بِحَيْثُ يَمُرُّ الْمَبْرَّدُ خِلَالَ تَغْيِيرَيْنِ لِلْحَالَةِ فِي مَوْضِعَيْنِ . فَيَتَبَخَّرُ الْمَبْرَّدُ وَيَمْتَصُّ حَرَارَةً فِي الْأَنْيَابِ الْمَوْجُودَةِ دَاخِلِ قِسْمِ التَّبْرِيدِ . وَعِنْدَمَا يَدْخُلُ الْأَنْيَابِ الْمَوْجُودَةِ خَارِجَ قِسْمِ التَّبْرِيدِ ، يُسَمَحُ لَهُ بِالتَّكَثُّفِ ثَانِيَةً إِلَى سَائِلٍ ، فَيَطْرُدُ الْحَرَارَةَ الَّتِي امْتَصَّهَا مِنْ دَاخِلِ الثَّلَاجَةِ .

دَوْرَةُ التَّبْرِيدِ

يَدْخُلُ الْمَبْرَّدُ إِلَى الضَّغْطَاطِ فِي حَالَةِ غَازِيَّةٍ (أَزْرَقُ بَاهِتٌ — أَسْفَلُ) تَحْتَ ضَغْطٍ مُنْخَفِضٍ ثُمَّ يُعْرَضُ لِضَغْطٍ عَالٍ فَيَسْخُنُ (أَحْمَرُ قَاتِمٌ) . وَبِضَخِّهِ فِي الْمَكْتَفِّ يَتَحَوَّلُ إِلَى سَائِلٍ وَيَفْقِدُ حَرَارَةً (أَزْرَقُ قَاتِمٌ) . وَيَمُرُّ السَّائِلُ فِي أَنْيَابٍ شَعْرِيَّةٍ إِلَى الْمُبَخِّرِ حَيْثُ يَتَحَوَّلُ إِلَى غَازٍ مَرَّةً أُخْرَى بِسَبَبِ انْخِفَاضِ الضَّغْطِ ، وَاتِّئَاءَ هَذَا التَّغْيِيرِ يَسْحَبُ حَرَارَةً مِنْ قِسْمِ التَّبْرِيدِ فَيُخَفِّضُ دَرَجَةَ حَرَارَتِهِ .



مُبَخِّرٌ
مُجَمِّعٌ
مُرَوِّحَةٌ
مُنْظَمٌ حَرَارَتِي
(تَرْمُوسَتَاتُ)

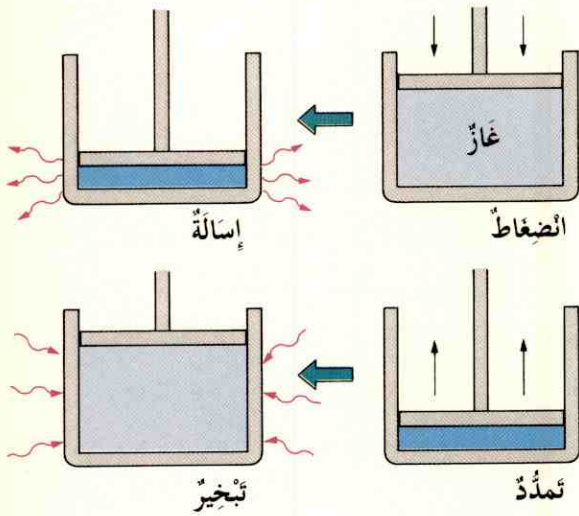
مِفْتَاحُ التَّحَكُّمِ
فِي دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

مُكْتَفِّ
أَنْبُوبُ سَحْبٍ
أَنْبُوبُ شَعْرِيَّةٌ
صِمَامُ الْخِتَابِ
أَنْبُوبُ تَفْرِيجٍ

ضَغْطَاطٌ

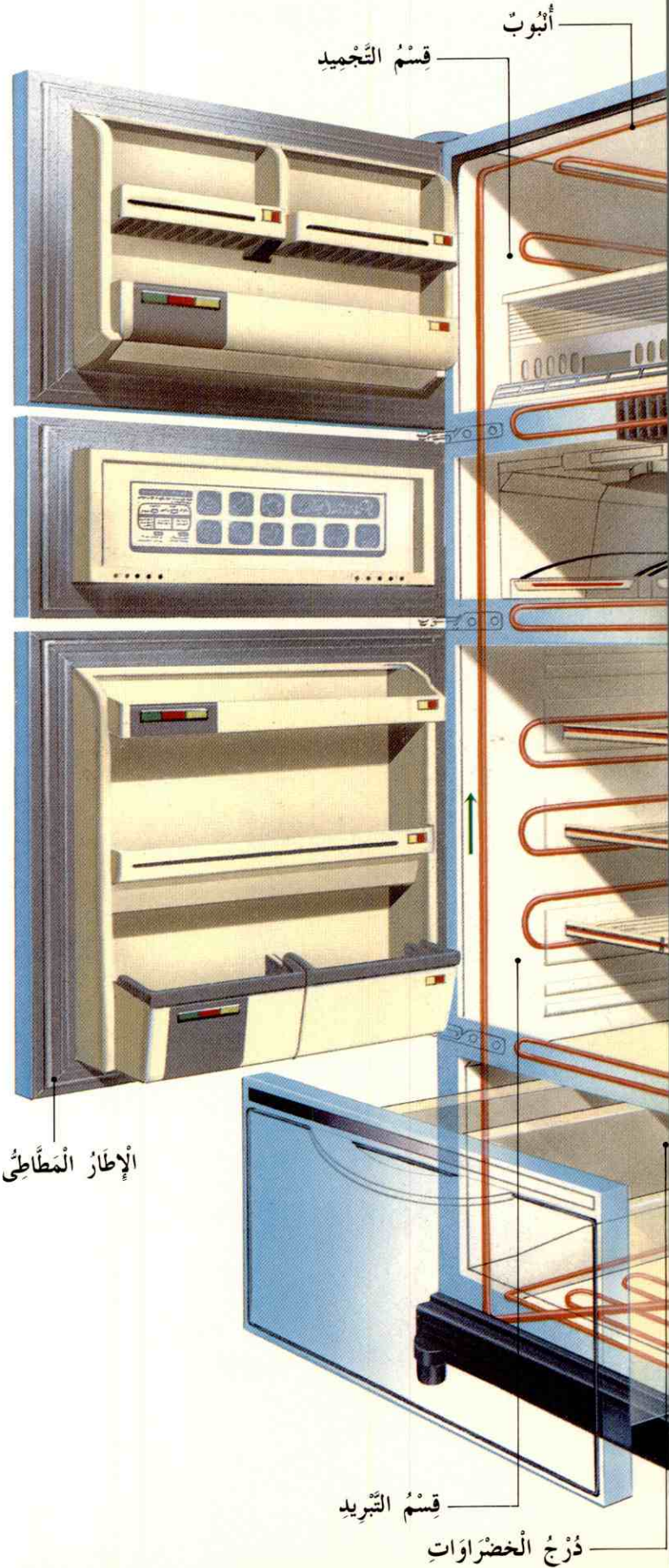
مُكْتَفِّ

طَرْدُ الْحَرَارَةِ . الْمُكَثَّفُ الظَّاهِرُ فِي الصُّورَةِ لَهُ مُكَثَّفٌ
(أَنَايِبٌ حُمْرَاءُ) يُفْرِغُ حَرَارَتَهُ دَاخِلَ جُدْرَانِ قِسْمِي
التَّبريدِ وَالتَّجْمِيدِ . وَأَكْثَرُ أَنْوَاعِ الْمُكَثَّفَاتِ شَيْوعًا لَهُ
مِلَفَاتٌ خَارِجَ الثَّلَاجَةِ مِنَ الْخَلْفِ .



تَغْيِرَاتُ الْحَالَةِ وَالضَّغْطِ . يَتَحَوَّلُ الْغَازُ تَحْتَ ضَغْطٍ
إِلَى سَائِلٍ (أَعْلَى) ، وَيَطْرُدُ حَرَارَةً . وَالْعَكْسُ ،
فَعِنْدَمَا يُقَلَّلُ الضَّغْطُ عَلَى سَائِلٍ مَحْجُوزٍ ، فَإِنَّ السَّائِلَ
يَتَبَخَّرُ ، وَيَسْحَبُ حَرَارَةً مِنَ الْوَسْطِ الْمُحِيطِ بِهِ ،
فَيَبْرُدُ هَذَا الْوَسْطُ .

الإطار المطاطي للباب



كَيْفَ تَقِسُ الْمَوَازِينَ الْأَثْقَالُ؟

فِي مَرَكِزِ الْمِيزَانِ . وَيُدَوِّرُ هَذَا الْحَامِلُ ثَرَسَ صَغِيرٍ عَلَى سَاقِ قُرْصٍ مُدْرَجٍ بِالْبَاوِلْدَاتِ عَلَى حَافَتِهِ . وَيَدَوِّرُ هَذَا التَّدْرِيجُ حَتَّى تُشِيرَ الْإِبْرَةُ إِلَى وَزْنِ الشَّخْصِ . وَتُكْشَفُ بَعْضُ الْمَوَازِينِ الْحَدِيثَةِ تَمَدُّدَ الزُّبْرُكِ الْكُتْرُونِيَّ وَتَعْرِضُ الْوِزْنَ بِالْأَرْقَامِ ، وَلَكِنَّهَا تَعْتَمِدُ أَيْضًا عَلَى الزُّبْرَكَاتِ .

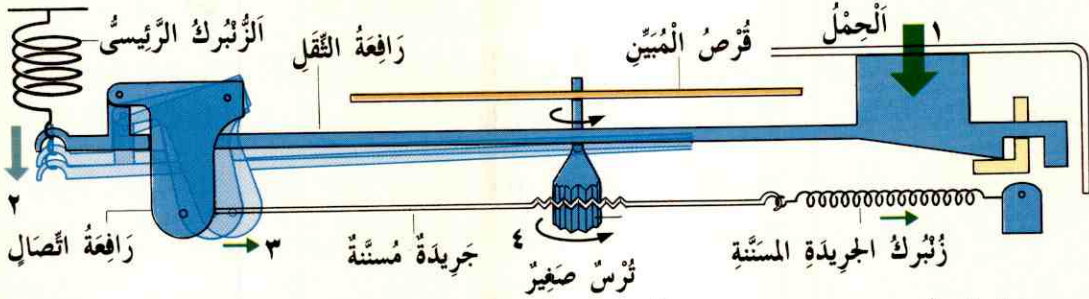
مِيزَانُ الْحَمَامِ هُوَ مِيزَانٌ زُبْرُكِيٌّ يَعْتَمِدُ عَلَى النَّظَرِيَّةِ الَّتِي تُنْصَرُّ عَلَى أَنَّ الزُّبْرُكَ تَتَمَدَّدُ أَوْ يَمْتَدُّ بِنِسْبَةِ الثَّقَلِ الْمُؤَثِّرِ عَلَيْهِ . وَعِنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى الْمِيزَانِ فَإِنَّ أَرْضِيَّتَهُ تَهْبِطُ قَلِيلًا وَيَدَوِّرُ تَدْرِيجُهُ حَتَّى يُصْبِحَ الْعَدَدُ الدَّالُّ عَلَى وَزْنِ الشَّخْصِ تَحْتَ إِبْرَةِ الْمِيزَانِ . وَدَاخِلَ الْمِيزَانِ ، يَتِمُّ تَوْزِيعُ الْوِزْنِ بِوَاسِطَةِ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الرِّوَافِعِ الْمُتَّصِلَةِ مَعًا بِحَيْثُ يُقَسَّمُ بَيْنَ أَرْبَعَةِ مَحَاوِرِ ارْتِكَازٍ ، وَلِنَقْطِ ضَعْفِ أَوْ زُبْرَكَاتٍ (أَسْفَلَ) . بَيْنَمَا تَتَمَدَّدُ الزُّبْرَكَاتُ فِي تَنَاسُبٍ مَعَ الثَّقَلِ ، فَإِنَّهَا تُحَرِّكُ رَافِعَةً مُثَلِّمَةً — حَامِلَ —

دَاخِلُ مِيزَانِ حَمَامٍ

عِنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى الْمِيزَانِ ، فَإِنَّ وَزْنَهُ يَتَوَزَّعُ عَلَى الْأَرْكَانِ الْأَرْبَعَةِ بِالتَّسَاوِي بِوَاسِطَةِ الرِّوَافِعِ الْمُعَلَّقَةِ . وَتَنْتَقِلُ الْقُوَّةُ بِوَاسِطَةِ الرِّوَافِعِ الزُّبْرَكَاتِ فَتَجْعَلُهَا تَتَمَدَّدُ .

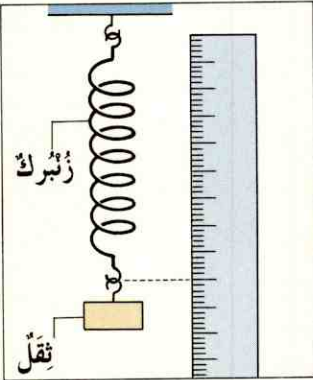
- ١ — إِبْرَةُ الْمِيزَانِ
- ٢ — عَمُودُ الضَّغْطِ عَلَى الرَّافِعَةِ
- ٣ — مَنَصَّةُ الْمِيزَانِ
- ٤ — مَحْوَرُ ارْتِكَازٍ
- ٥ — رَافِعَةُ الثَّقَلِ
- ٦ — زُبْرُكَ « جَرِيدَةٌ مُسْنَنَةٌ »
- ٨ — قُرْصُ الْمِيزَانِ
- ٨ — ثَرَسٌ صَغِيرٌ
- ٩ — جَرِيدَةٌ مُسْنَنَةٌ
- ١٠ — الزُّبْرُكَ الرَّئِيسِيَّةُ
- ١١ — صَابِطُ شِدَّةِ الزُّبْرُكَ

كَيْفَ تَحْمِلُ الرِّوَافِعُ الثَّقَلَ؟



عِنْدَمَا يُؤَثِّرُ الْجَمْلُ عَلَى رَافِعَةِ الثَّقَلِ (١) ، فَإِنَّ الزُّنْبُرَكَ الرَّئِيسِيَّ (٢) يَتَمَدَّدُ ، وَيُحَرِّكُ الْجَرِيدَةَ الْمُسَنَّةَ (٣) أَفْقِيًّا . فَتَشْتَبِكُ الْقَلَمَاتُ (أَوِ السُّنُونُ) عَلَى الْجَرِيدَةِ بِأَسْنَانِ ثَرَسِ الْبُنْيُونِ (٤) ، فَتَحْرُكُ الْقُرُصُ الْمُدْرَجُ بِالْكِيلوجرامات .

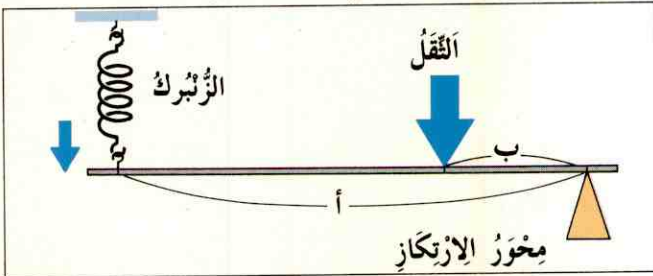
مِيزَانُ زُبُرِکِی



إِذَا عَلِقَ ثِقْلٌ مِنْ زُبُرِكَ ، فَإِنَّ
الزُّبُرَكَ يَتَمَدَّدُ حَتَّى يَتَسَاوَى
وِزْنَ الثَّقَلِ مَعَ قُوَّةِ انكِمَاشِ
الزُّبُرِكَ — وَهِيَ الْقُوَّةُ الَّتِي
يُجَذَّبُ بِهَا لِأَعْلَى . وَبِمُضَاعَفَةِ
الثَّقَلِ يَتَضَاعَفُ التَّمَدُّدُ .

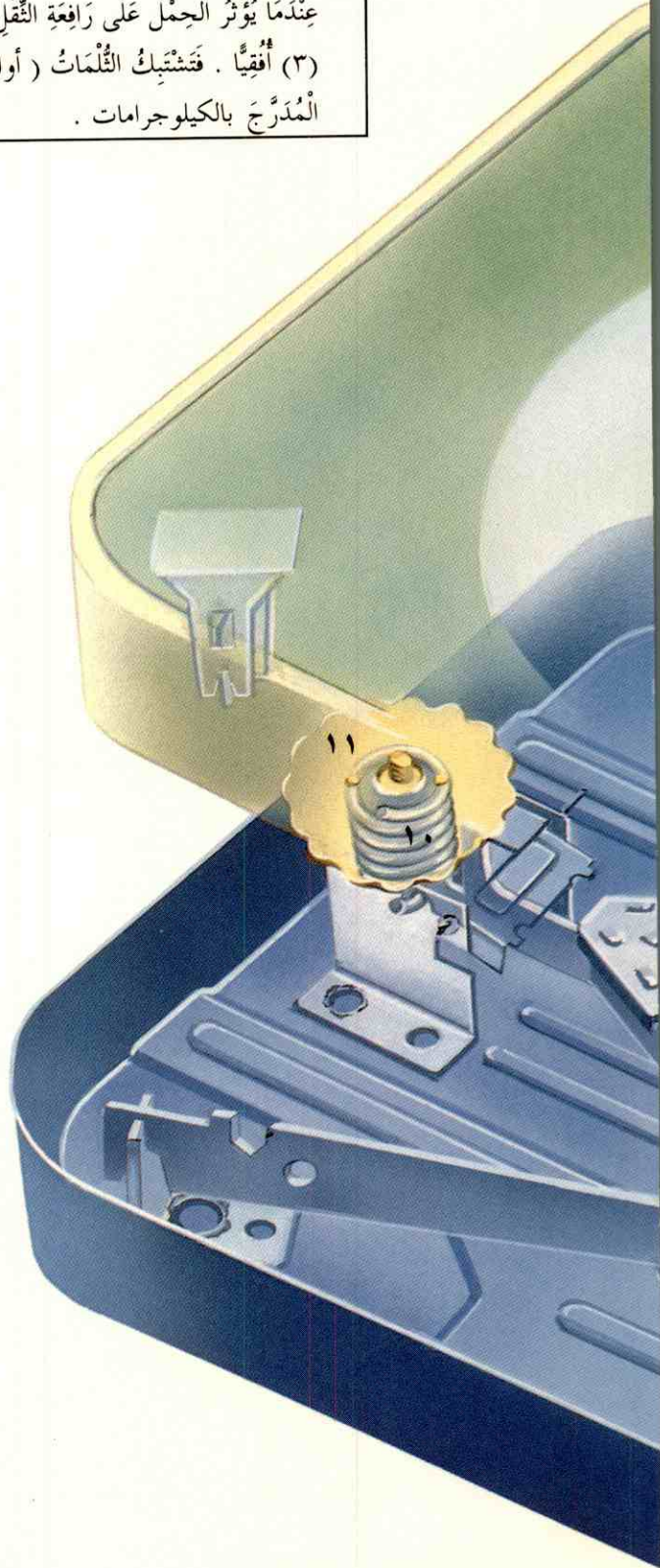
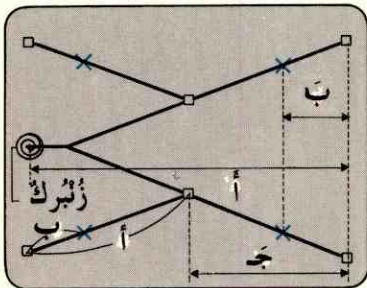
نِظَامُ الْحِمْلِ وَمَحَوِرِ الْإِزْتِكَازِ لِلرَّافِعَةِ

تَتَغَيَّرُ نِسْبَةُ جُزْءِ الْجَمِيلِ الَّذِي يَرْتَكِزُ عَلَى مِحْوَرِ الْإِزْتِكَارِ (أَسْفَلَ)
بِتَغْيِيرِ وَضْعِ الثَّقَلِ عَلَى الرَّافِعَةِ . فَكُلَّمَا اقْتَرَبَ الثَّقُلُ مِنْ مِحْوَرِ
الْإِزْتِكَارِ كُلَّمَا قَلَّتْ نِسْبَةُ الثَّقَلِ الْمُؤَثِّرَةِ عَلَى الزُّبُرِكِ .



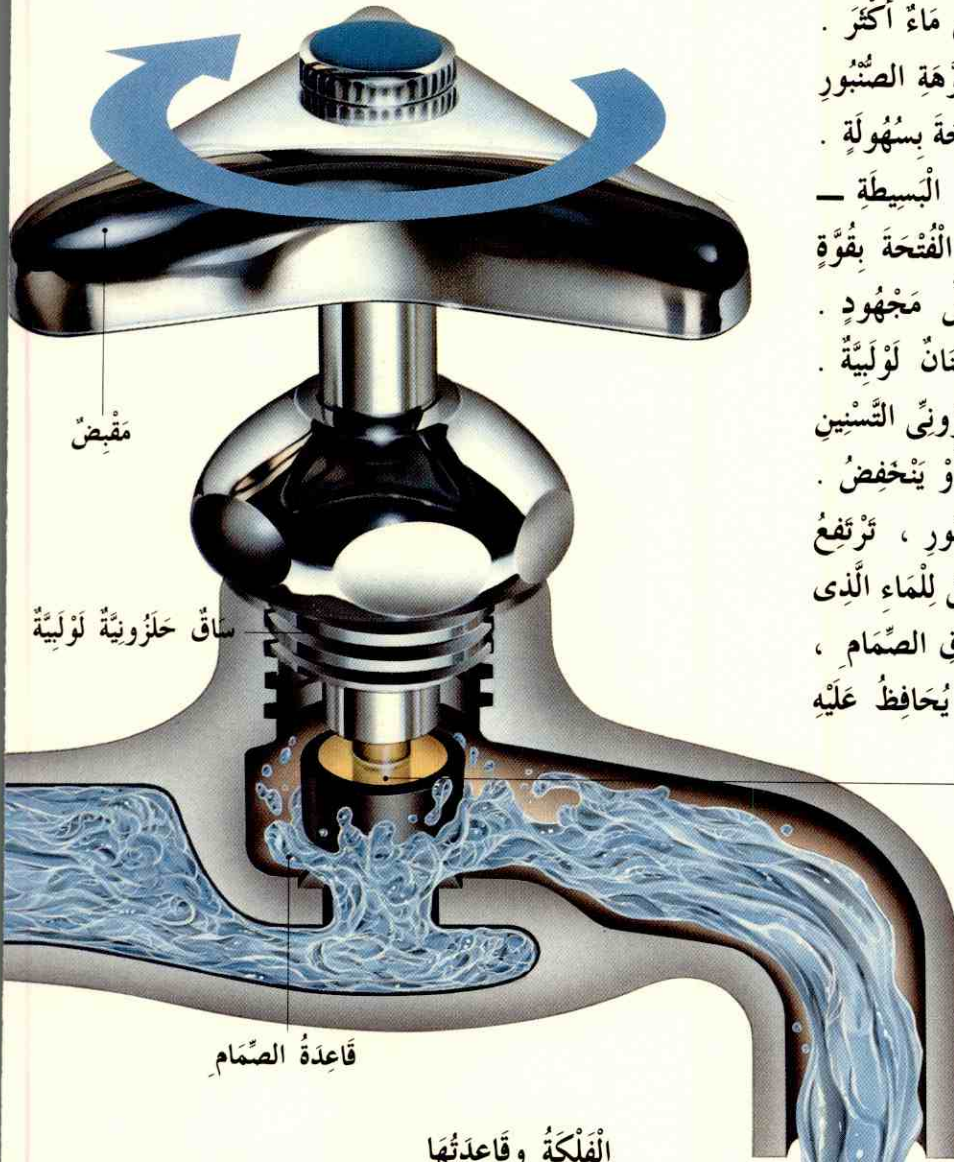
كَيْفَ يُوزَعُ الْمِيزَانُ
الثَّقَلُ ؟

عَنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى
مِصْبَةِ الْمِيزَانِ ، فَإِنَّ رَوَافِعَ
الثَّقَلِ الَّتِي تَحْتَهُ تُوزَعُ وَزْنَ
الثَّقَلِ . وَيُحْمَلُ الثَّقَلُ
بِالتَّسَاوَى بِوَاسِطَةِ مَحَاوِرِ
الرِّبَّكَازِ وَنُقْطُ ضَعْفُ .



كَيْفَ يَعْمَلُ صُنْبُورُ الْمَاءِ؟

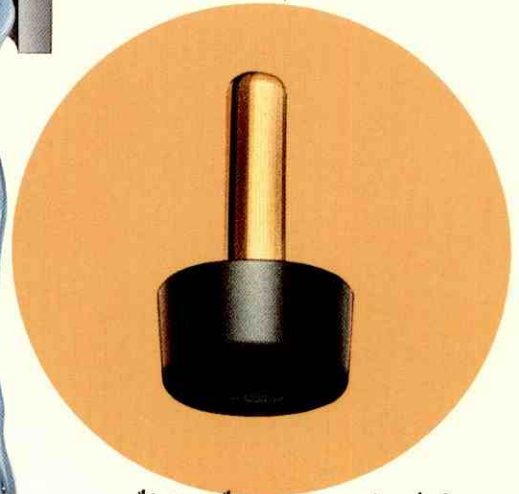
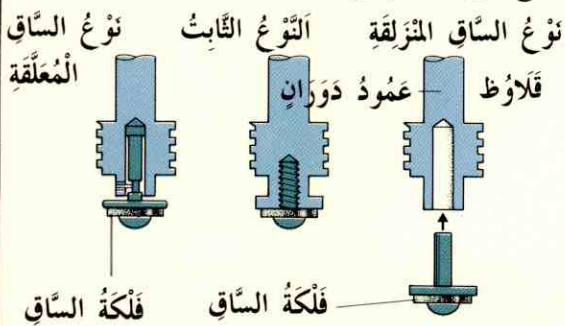
أجزاء صُنْبُورِ الْمَاءِ



فِي كُلِّ مَرَّةٍ يُدِيرُ فِيهَا شَخْصٌ مَقْبِضَ صُنْبُورِ مَاءٍ ، فَإِنَّهُ يُحَرِّكُ صِمَامًا لِيَفْتَحَ أَوْ يَقْفَلَ فَتْحَةً فِي نِهَائِيَةِ أَتْبُوبِ الْمَاءِ . فَإِذَا فُتِحَتْ هَذِهِ الْفَتْحَةُ ، تَحَرَّرَ الْمَاءُ وَتَدْفَقُ خَارِجًا مِنْ فَوْهَةِ الصَّنْبُورِ تَحْتَ ضَعْطٍ . وَلِأَنَّ الضَّعْطَ عَلَى الْمَاءِ يَظَلُّ ثَابِتًا ، فَإِنَّهُ كُلَّمَا اتَّسَعَتِ الْفَتْحَةُ ، تَدْفَقُ مَاءٌ أَكْثَرُ . وَإِذَا تَدْفَقَ الْمَاءُ بِعِزَازَةٍ ، فَإِنَّهُ يَصْغُبُ سَدَّ فَوْهَةِ الصَّنْبُورِ بِأَلْيَدٍ ، وَلَكِنْ إِذَا أَدَارَهُ مَقْبِضُ الصَّنْبُورِ يُغْلِقُ الْفَتْحَةَ بِسُهُولَةٍ . وَالصَّنْبُورُ عِبَارَةٌ عَنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْآلَاتِ الْبَسِيطَةِ — الْعَجَلَةِ وَالْمَحْوَرِ ، وَاللُّوْلِبِ — الَّتِي تُغْلِقُ الْفَتْحَةَ بِقُوَّةٍ كَبِيرَةٍ بَيْنَمَا تَسْمَحُ لِلْمَقْبِضِ بِالدَّوْرَانِ بِأَقْلٍ مَجْهُودٍ . فَالْمَقْبِضُ عَجَلَةٌ ، وَالسَّاقُ مَحْوَرٌ عَلَيْهِ أَسْنَانٌ لَوْلَبِيَّةٌ . وَبِتَدْوِيرِ هَذَا الْمَحْوَرِ الْمُسَنَّيِّ فِي غِلَافِهِ الْحَلَزُونِيِّ التَّسْنِينِ مِنَ الدَّخِيلِ ، فَإِنَّ الْمَحْوَرَّ بِأَكْمَلِهِ يَرْتَفِعُ أَوْ يَنْخَفِضُ . وَعِنْدَمَا يُفَكُّ لَوْلَبُ الْمَحْوَرِّ لِفَتْحِ الصَّنْبُورِ ، تَرْتَفِعُ سَدَّادَةٌ دَاخِلِيَّةٌ تُسَمَّى الْفَلَكَةُ ، وَتُفْسِحُ الطَّرِيقَ لِلْمَاءِ الَّتِي يَضْغُطُّ عَلَيْهَا مِنَ الْخَلْفِ . وَعِنْدَ إِعَادَةِ إِغْلَاقِ الصَّمَامِ ، فَإِنَّ الْإِخْتِكَاكَ بَيْنَ أَسْنَانِ الْمَحْوَرِّ وَغِلَافِهِ يُحَافِظُ عَلَيْهِ مُغْلَقًا .

الْفَلَكَةُ وَقَاعِدَتُهَا

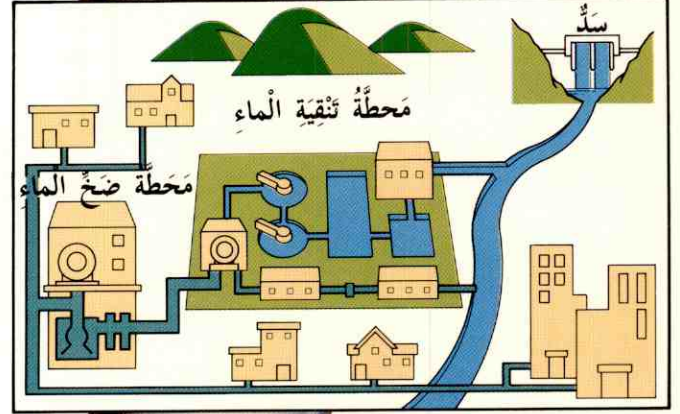
تَكُونُ الْفَلَكَةُ مُثَبَّتَةً سَائِيَةً فِي بَعْضِ الصَّنَائِيرِ (أَسْفَلِ يَمِينِ) ، وَتَنْزَلُقُ لِأَعْلَى مِنْ ضَعْطِ الْمَاءِ عِنْدَمَا يُدَارُ الْمَقْبِضُ . وَفِي أَنْوَاعٍ أُخْرَى ، تُثَبَّتُ الْفَلَكَةُ وَتَرْتَفِعُ مَعَ دَوْرَانِ الْمَقْبِضِ (وَسَطِ وَيسارِ) .



الْفَلَكَةُ . فَلَكَةُ الصَّنْبُورِ هِيَ سَدَّادَةٌ مُتَحَرِّكَةٌ مِنَ الْمَطَاطِ أَوْ الْفَلِينِ أَوْ الْبِلَاسْتِكِ ، وَشَكْلُهَا يُشَبِّهُ الْكَعْكَعَةَ ، وَتُثَبَّتُ فِي مَكَانِهَا بِلَوْلَبٍ (قَلَاوِظِ) .

النظام المائي

تُدفع مضخات محطات تنقية المياه الماء النقي تحت ضغط ثابت في الأنابيب التي تحملها إلى صهاريج توزيع الماء. وعند إدارة مقيض صنوبر، يتم السماح للضغط بالانطلاق فيسري تيار الماء.



صنوبر ذو رافعة وحيدة



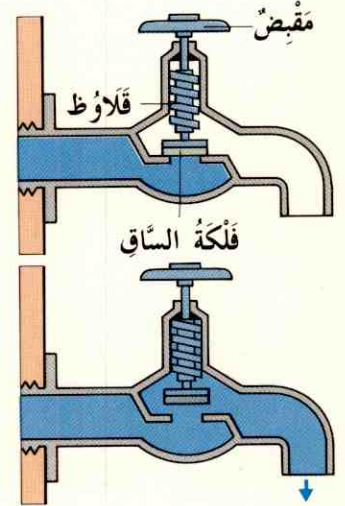
يفتح الصنوبر برفع الرافعة

عندما يكون المقيض لأسفل (يمين أعلى)، يسد القرص الخزفي (أخضر) ممر الماء (أزرق). ويعمل هذا القرص كأداة صمام متحرك داخل الصنوبر. ويتصل القرص بالمقيض بواسطة محور، بحيث ينزلق القرص أفقياً عند تحريك المقيض لأعلى، فيفتح مسار الماء جزئياً إلى أنبوب الصنوبر. وإذا رفع المقيض حتى النهاية إلى أعلى (يمين أسفل) يفتح مسار الماء بالكامل.



ضبط انسياب الماء

عندما يُدار مقيض الصنوبر إلى أسفل، يغلق مسار الماء تماماً (يمين أعلى). فتغلق الفلكة من المرور. وبإدارة المقيض إلى أعلى (يمين أسفل) ترتفع الفلكة لأعلى وتسمح للماء بالانسياب. وتتوقف المسافة التي تتحركها الفلكة على مقدار دوران المقيض ومقدار ضغط الماء المنسكب.



كَيْفَ تُغْسَلُ الْمَلَابِسُ بِوَاسِطَةِ الْآلَةِ؟

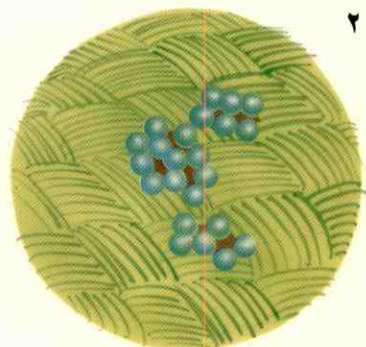
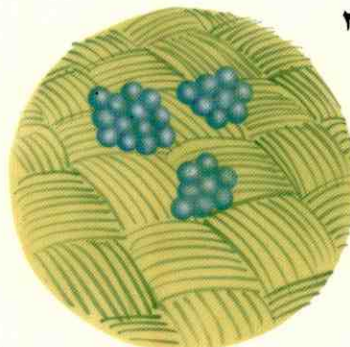
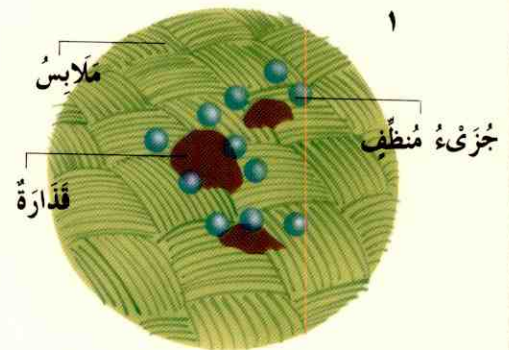
دَاخِلُ غَسَّالَةِ الْمَلَابِسِ

غَسَّالَةُ الْمَلَابِسِ الدَّائِيَّةُ الْحَرَكَةِ هِيَ أَسَاسًا حَوْضٌ يَعْمَلُ بِمُحَرِّكِ وَبِدَاخِلِهِ حَلَّةٌ مُثَقَّبةٌ بِصُفُوفٍ مِنْ ثُقُوبٍ صَغِيرَةٍ . وَبَعْدَ وَضْعِ الْمَلَابِسِ الْقَدَرَةِ فِي الْحَلَّةِ ، وَكَمِّيَّةٍ مِنَ الْمُنْظِفِ فِي الْأَثُوبِ الدَّاخِلِيَّةِ ، ثُمَّ تَشْغِيلِ الْآلَةِ ، فَإِنَّ الْغَسَّالَةَ تَمْتَلِي بِالْمَاءِ وَتَقْلُبُ الْمَلَابِسَ بِدَاخِلِهَا . وَنَتِيجَةُ لِلْحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ ، تُكْشِطُ الْقَدَارَةُ وَتَنْفَصِلُ فِي الْمَاءِ ذِي الرِّغْوَةِ ، ثُمَّ تُفْرَغُ الْغَسَّالَةُ الْمَاءُ الصَّابُونِي بِإِدَارَةِ الْحَلَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ فَتَعْمَلُ الْقُوَّةُ الطَّارِدَةُ الْمَرَكِزِيَّةُ عَلَى دَفْعِ الْمَاءِ إِلَى الْخَارِجِ مِنَ الثُّقُوبِ . وَتَمْتَلِي الْغَسَّالَةُ بِمَاءٍ نَظِيفٍ مَرَّةً أُخْرَى ، وَتَقْلُبُ الْمَلَابِسَ ثَانِيَةً لِشُطْفِ الْمَلَابِسِ مِنْ آثَارِ الْمُنْظِفِ ، ثُمَّ تُفْرَغُ الْمَاءُ . وَفِي النَّهَايَةِ تَدُورُ الْحَلَّةُ الدَّاخِلِيَّةُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ لِتَطْرُدَ مِنَ الْمَلَابِسِ أَقْصَى مَا يُمَكِّنُ مِنَ الْمَاءِ . وَيَصَاحِبُ كُلَّ هَذِهِ الْخُطُوبَاتِ مَوْقَتٌ فِي الْغَسَّالَةِ . وَتُحَكَّمُ مُتَحَكِّمَاتٌ أُخْرَى فِي كَمِّيَّةِ الْمَاءِ الْمُسْتَحْدَمَةِ وَدَرَجَةِ حَرَارَتِهَا وَمُدَّةِ وَطَرِيقَةِ ثَقْلِبِ الْمَلَابِسِ .

التَّخْلُصُ مِنَ الْقَدَارَةِ

يَعْمَلُ الْمَاءُ وَالْحَرَكََةُ الْآلِيَّةُ مَعًا عَلَى طَرْدِ الْقَدَارَةِ مِنَ الْمَلَابِسِ . وَيُضَافُ الْمُنْظِفُ إِلَى الْمَاءِ لِيُسَاعِدَ عَلَى التَّخْلُصِ مِنَ الْقَدَارَةِ الَّتِي لَا تَذُوبُ فِي الْمَاءِ .

١ — تَلْتَصِقُ الْقَدَارَةُ الدُّهْنِيَّةُ بِالْمَلَابِسِ بِقُوَّةٍ تَوَثِّرُ سَطْحِيَّ عَالِيَةٍ لَا يَسْتَطِيعُ الْمَاءُ أَنْ يَكْسِرَهَا . وَتَقَعُ الْمَلَابِسُ فِي الْمَاءِ الْخَالِصِ لَنْ يَطْرُدَ هَذَا النَّوْعَ مِنَ الْقَدَارَةِ .



٢ — تَدْخُلُ جُزْئَاتُ الْمُنْظِفِ فِي الْمَلَابِسِ ، فَتَضَعُفُ الرُّوَاطُ الَّتِي تُرْبِطُ الْقَدَارَةَ بِالْأَنْسِجَةِ ، وَتَتَحَرَّرُ الْقَدَارَةُ .

٣ — تُكْسَحُ الْقَدَارَةُ السَّائِبَةُ بَعْدَ انْفِصَالِهَا عَنِ الْأَنْسِجَةِ مَعَ جُزْئَاتِ الْمُنْظِفِ بِوَاسِطَةِ الْمَاءِ .

مُحَرِّكٌ

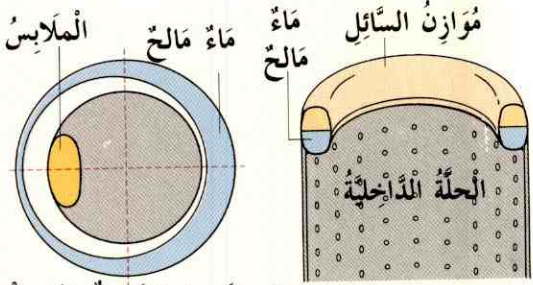
مَرْوَحَةُ تَبْرِيدٍ

سَيَّرٌ (حَزَامٌ)

مُوزَنُ السَّائِلِ

١ - قِطَاعٌ عَرْضِيٌّ

لِلْحَلَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ



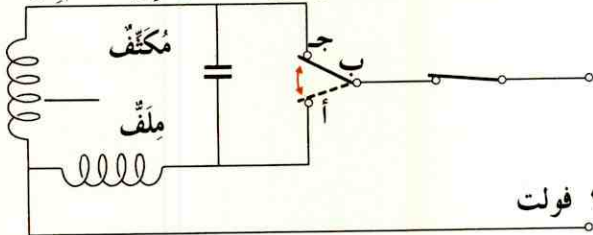
٢ - مَلَابِسٌ مُكَدَّسَةٌ عَلَى الْجَانِبِ

فِي بَعْضِ الْبِلَادِ ، يُحَفَظُ تَوَازُنُ الْحَلَّةِ بِتَزْوِيدِهَا بِأَنْبُوبٍ حَلْقِيَّةٍ مَمْلُوءَةٍ بِمَاءٍ مَالِحٍ (١) عَلَى مُحِيطِهَا الدَّاخِلِيِّ . وَتَعْمَلُ هَذِهِ الْأَنْبُوبُ عَلَى تَوَازُنِ الْحَلَّةِ إِذَا تَكَدَّسَتْ الْمَلَابِسُ عَلَى أَحَدِ جَانِبَيْهَا (٢) .

مُوزَنُ السَّائِلِ الْحَلَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ

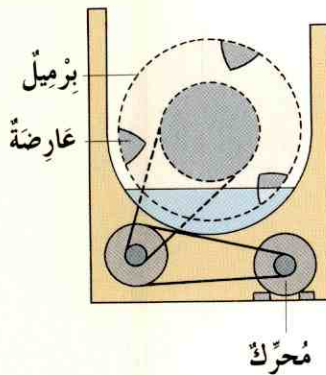
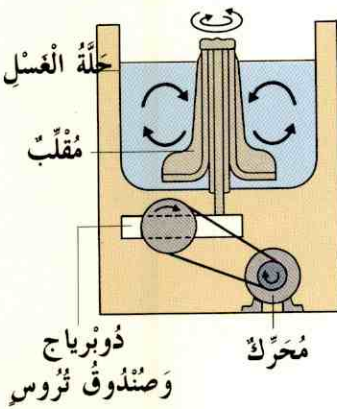
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُقَلِّبُ

يَتَحَرَّكُ الْمُقَلِّبُ بِمُحَرِّكِ تَأْثِيرِيٍّ مِنْ نَوْعِ الْمَكْنَفِ ذِي الطَّوْرِ الْوَاحِدِ ، وَمَلْفَيْنِ يَتَعَامَدُ كُلُّ مِثْلِهِمَا عَلَى الْآخَرِ (أَسْفَلَ يَسَارَ) . وَيُرْسَلُ التِّيَّارُ أَوَّلًا بِوَاسِطَةِ مُوقَّتٍ (أ) إِلَى أَحَدِ الْمَلْفَيْنِ (ب) ثُمَّ إِلَى الْمَلْفِ الْآخَرِ (ج) فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهَ دَوْرَانِ الْمُحَرِّكِ ، وَيَتَحَرَّكُ الْمُقَلِّبُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ .



غَسَّالَةُ الْمَلَابِسِ وَهِيَ تَعْمَلُ

غَسَّالَاتِ الْمَلَابِسِ الْمَتَرَدِّدَةُ وَالْدَّوَامِيَّةُ (يَمِينُ) تَحْكُمُ الْمَلَابِسَ بِوَاسِطَةِ الْحَرَكَاتِ الْأَمَامِيَّةِ وَالْخَلْفِيَّةِ لِعَوَارِضِ الْمُقَلِّبِ بِالْقُرْبِ مِنْ قَاعِ الْحَلَّةِ . وَتَنْتَقِلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ إِلَى الْمُقَلِّبِ بِوَاسِطَةِ بَكْرَةٍ وَسَيْرٍ ، وَتَنْتُجُ الْحَرَكَةُ الْإِهْتِرَازِيَّةُ عَنِ انْعِكَاسِ دَوْرَانِ الْمُحَرِّكِ . وَفِي الْغَسَّالَاتِ أَمَامِيَّةِ التَّحْمِيلِ (يَمِينُ) . تَكُونُ الْحَلَّةُ عِبَارَةً عَنِ بَرْمِيلٍ دَوَّارٍ مُثَقَّبٍ بِثُقُوبٍ صَغِيرَةٍ كَثِيرَةٍ وَمَزُودٍ بِبُرُوزَاتٍ قَصِيرَةٍ (أَوْ عَوَارِضٍ) . وَبَيْنَمَا يَدُورُ الْبَرْمِيلُ فَإِنَّ الْعَوَارِضَ تَحْمِلُ الْمَلَابِسَ إِلَى أَعْلَى ثُمَّ تُسْقِطُهَا ثَانِيَةً فِي مَحْلُولِ الْمُنْظِفِ . وَيَتَكَرَّرُ هَذَا بِاسْتِمْرَارٍ .



الْحَلَّةُ الْخَارِجِيَّةُ

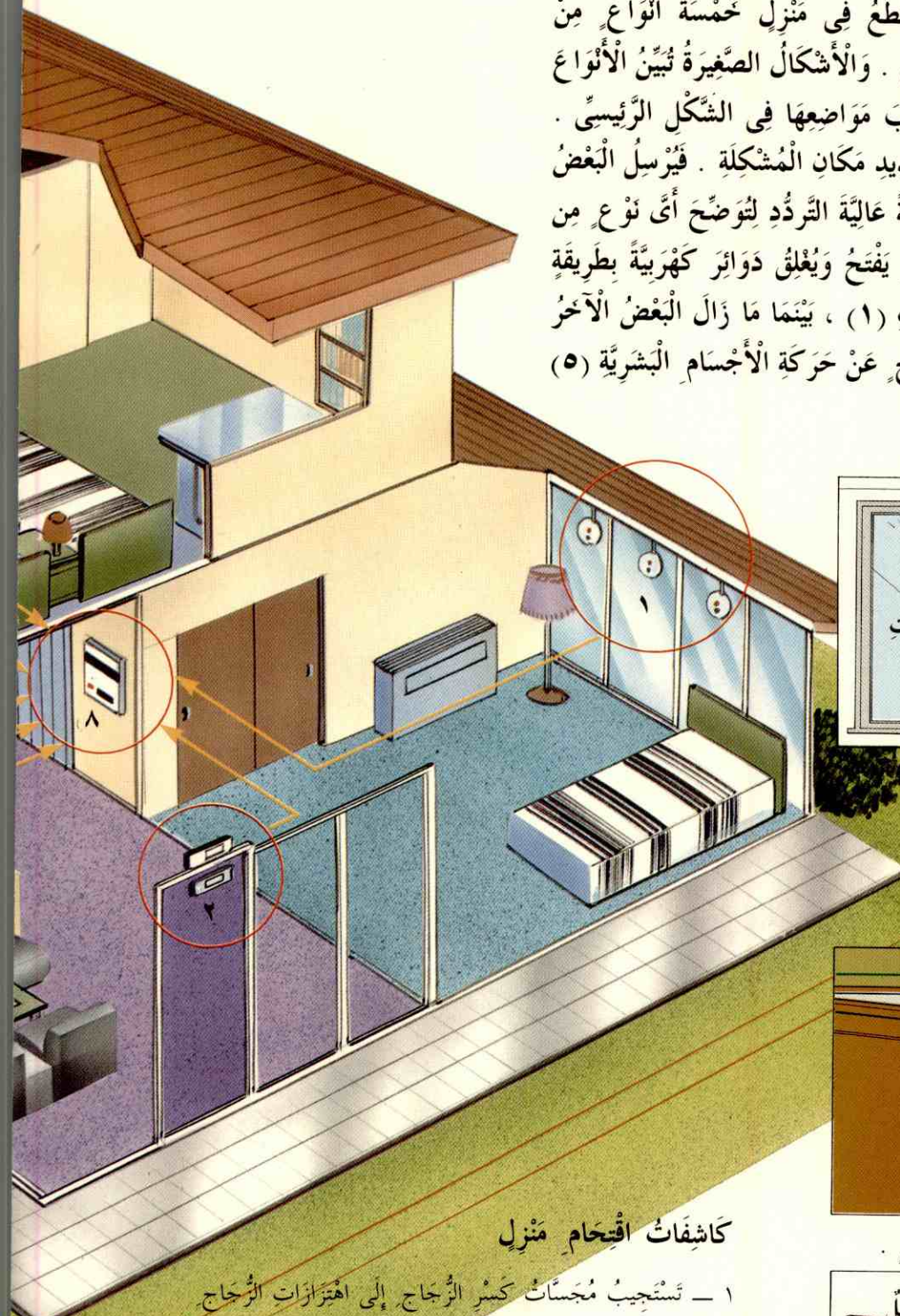
تَغْلِيقٌ

مُقَلِّبٌ

دَوْبَرِيَاغٌ وَوَسَنْدُوقُ ثُرُوسٍ
خُرْطُومُ التَّفْرِيجِ (الصَّرْفُ)

مَا هُوَ نِظَامُ الْأَمْنِ؟

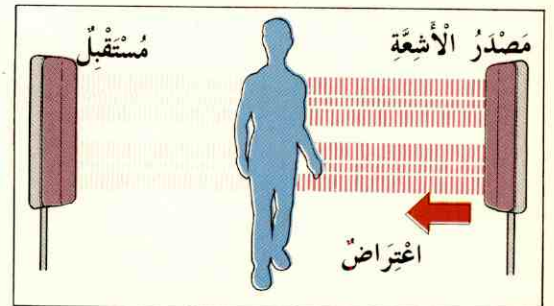
يَتَكَوَّنُ نِظَامُ الْأَمْنِ مِنْ مَجَسَّاتٍ إلكترونيَّةٍ تَتَّصِلُ بِمُتَحَكِّمٍ مَرَكَزِيٍّ أَوْ مُسْتَقْبِلٍ . وَتَجْمَعُ الْمَجَسَّاتُ الْمَعْلُومَاتِ دَاخِلَ وَخَارِجَ الْمَنْزِلِ وَتُرَحِّلُهَا إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ . وَفِي حَالَةِ قَطْعِ الدَّائِرَةِ ، يُرْسِلُ الْمُسْتَقْبِلُ إِشَارَاتٍ الْإِنْذَارِ إِلَى مَجْمُوعَةِ الْأَمْنِ . وَيُسَيِّنُ هَذَا الْمَقْطَعُ فِي مَنْزِلٍ خَمْسَةَ أَنْوَاعٍ مِنْ مَجَسَّاتِ الْإِنْذَارِ وَكَيْفَ تَتَّصِلُ بِالْمُسْتَقْبِلِ . وَالْأَشْكَالُ الصَّغِيرَةُ تُبَيِّنُ الْأَنْوَاعَ الْمُخْتَلِفَةَ مِنْ أَنْظِمَةِ الْإِنْذَارِ مَرْقَمَةً حَسَبَ مَوَاضِعِهَا فِي الشَّكْلِ الرَّئِيسِيِّ . وَتُسْتَخْدَمُ الْمَجَسَّاتُ وَسَائِلَ مُتَوَعَّاةٍ لِتَحْدِيدِ مَكَانِ الْمَشْكِلَةِ . فَيُرْسِلُ الْبَعْضُ مَوْجَاتٍ تَحْتَ حُمَرَاءَ أَوْ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةَ عَالِيَةِ التَّرْدُّدِ لِتَوْضِيحِ أَيْ نَوْعٍ مِنَ التَّدَاخُلِ (٣ - ٤) ، وَالْبَعْضُ الْآخَرُ يَفْتَحُ وَيُعَلِّقُ دَوَائِرَ كَهْرَبِيَّةً بِطَرِيقَةِ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ (٢) ، أَوْ يَكْشِفُ الْاهْتِرَازَاتِ (١) ، بَيْنَمَا مَا زَالَ الْبَعْضُ الْآخَرُ يُجَسُّ حَرَارَةَ إِشْعَاعٍ تَحْتَ الْحُمَرَاءِ نَاتِجٍ عَنْ حَرَكَةِ الْأَجْسَامِ الْبَشَرِيَّةِ (٥) فِي مَسَارِهَا .



١ - اهْتِرَازَاتِ الرُّجَاجِ الْمَكْسُورِ
تُشْعَلُ الْمَجَسُّ .



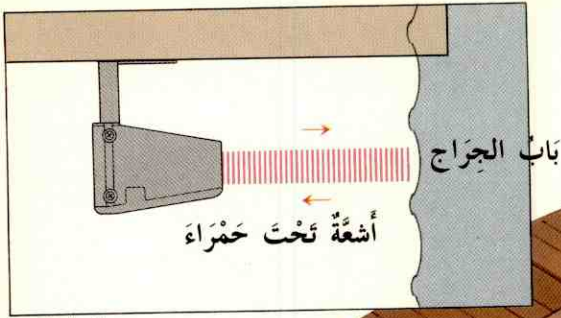
٢ - تُقْفَلُ دَائِرَةُ الْإِنْذَارِ بِتَحْرِيكِ مَغْنَاطِيسٍ .



٣ - يَنْطَلِقُ الْإِنْذَارُ عِنْدَ قَطْعِ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحُمَرَاءِ .

كَاشِفَاتُ اقْتِحَامِ مَنْزِلٍ

- ١ - تُسْتَجِيبُ مَجَسَّاتُ كَسْرِ الرُّجَاجِ إِلَى اهْتِرَازَاتِ الرُّجَاجِ الْمَكْسُورِ .
- ٢ - عِنْدَ اسْتِخْدَامِ مَجَسِّ مَغْنَاطِيسِيٍّ ، فَإِنَّ الدَّائِرَةَ تُفْتَحُ أَوْ تُقْفَلُ لِإِطْلَاقِ الْإِنْذَارِ عِنْدَمَا يَتَّعَدُ الْمَغْنَاطِيسُ عَنِ الْمَجَسِّ .
- ٣ - الْإِنْذَارُ بِاغْتِرَاضِ الْأَشْعَةِ يُرْسِلُ أَشْعَةً تَحْتَ حُمَرَاءَ إِلَى كَاشِفِ الْأَشْعَةِ . وَعِنْدَمَا يَعْتَرِضُ مُتَطَفِّلُ مَسَارِ الْأَشْعَةِ ، يَنْطَلِقُ الْإِنْذَارُ .



٤ - مُجَسُّ الإِقْفَالِ
يَخْرُسُ الْبَابَ .



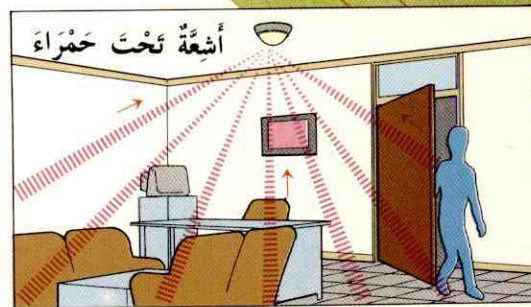
٤ - مُجَسُّ الإِقْفَالِ ، يَتَدَلَّى مِنَ السَّقْفِ ، وَيَبْعَثُ أَشْعَةً
تَحْتَ حَمْرَاءَ أَوْ مَوْجَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ عَالِيَةِ التَّرْدُدِ إِلَى بَابِ
الْجَرَّاجِ . وَإِذَا ظَلَّ الْبَابُ مُمْغَلَقًا ، فَإِنَّ الشُّعَاعَ الْمُرْتَدَّ إِلَى
الْمُجَسِّ يَحْفَظُ الْإِنْدَارَ صَامِتًا . وَلَكِنْ إِذَا فَتَحَ مُقْتَرِحُ
الْبَابِ ، فَإِنَّ الشُّعَاعَ يَرْتَدُّ إِلَى الْمُجَسِّ ، وَيَبْعَثُ الْمُجَسُّ
إِشَارَاتٍ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ الرَّئِيسِيِّ (٨) .

٥ - مُسْتَقْبِلَاتُ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الْمُتَحَرِّكَةِ تُجَسُّ
الْأَشْعَةَ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ - أَوْ الْحَرَارَةَ - الْمُنْبَعِثَةَ مِنْ
جِسْمِ الْإِنْسَانِ .

٦ - عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى زِرِّ الْإِنْدَارِ فِي حَالَةِ طَوَارِي
لِطَلَبِ النُّجْدَةِ فَإِنَّهُ يُطْلَقُ إِنْذَارًا لَا يَتَوَقَّفُ إِلَّا بَعْدَ إِعَادَةِ
تَجْهِيزِ النِّظَامِ .

٧ - يَرِنُ الْجَرَسُ عَالِيًا إِذَا اكْتَشَفَ الْمُجَسُّ اقْتِحَامًا
أَوْ ضَغْطَ عَلَى زِرِّ الطَّوَارِي . وَيَعْمَلُ الْجَرَسُ بِالْبَطَّارِيَّةِ
حَتَّى فِي حَالَةِ انْقِطَاعِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ .

٨ - الْمُسْتَقْبِلُ هُوَ مَخُجَّجٌ الْإِنْدَارِ ، وَيَسَلِّمُ
الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ مِنَ الْمُجَسَّاتِ ، وَيُطْلِقُ إِنْذَارًا صَوْتِيًّا
طَلَبًا لِلنُّجْدَةِ .

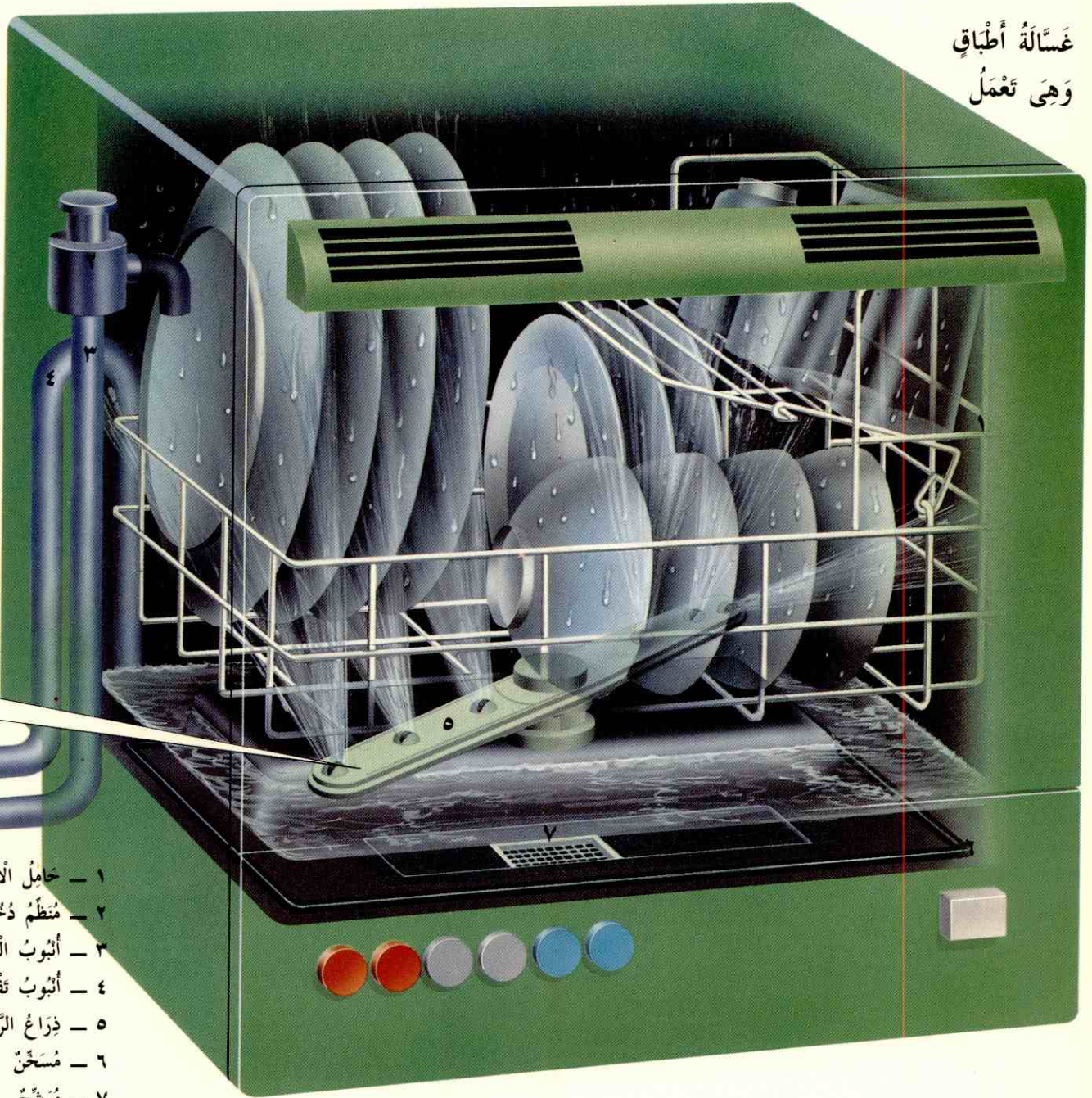


٥ - مُجَسُّ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ يَكْشِفُ

حَرَارَةَ الْجِسْمِ .

كَيْفَ تَقُومُ غَسَّالَةُ الْأَطْبَاقِ بِتَنْظِيفِ الْأَطْبَاقِ؟

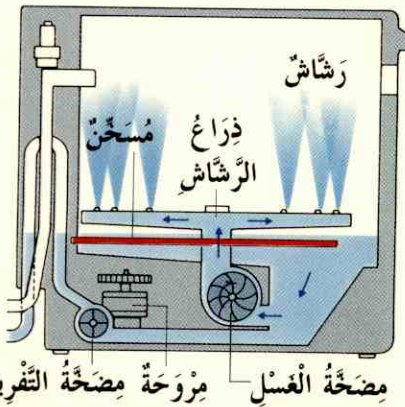
غَسَّالَةُ أَطْبَاقٍ
وَهِيَ تَعْمَلُ



- ١ - حَامِلُ الْأَطْبَاقِ
- ٢ - مُنَظَّمُ دُخُولِ الْمَاءِ
- ٣ - أَتْبُوبُ الْمَاءِ الدَّاخِلِ
- ٤ - أَتْبُوبُ تَفْرِيعِ الْمَاءِ
- ٥ - ذِرَاعُ الرَّشَّاشِ
- ٦ - مُسَخِّنُ
- ٧ - مَرَشِّحُ

دَوْرَاتُ الْعَسْلِ وَالصَّرْفِ وَالشَّطْفِ وَالتَّجْفِيفِ

١ - الْعَسْلُ



١ - الْعَسْلُ . عِنْدَمَا تُشْعَلُ الْعَسَّالَةُ ، يَنْسَابُ الْمَاءُ إِلَى قَاعِهَا . وَيُسَخَّنُ عُنْصُرُ التَّسْخِينِ الْمَاءَ وَتُضَيَّفُ إِلَيْهِ الْعَسَّالَةُ الْمُنْظَفُ . وَتُجْبَرُ مِضْحَةُ الْعَسْلِ الْمَاءَ عَلَى الْخُرُوجِ . تَحْتَ ضَعْفِ عَالٍ خِلَالَ أَتْبُوبٍ ثُمَّ فِي ذِرَاعِ الرَّشَّاشِ ، فَيَنْدَفِعُ الْمَاءُ الصَّابُونِيُّ مِنْ فُتَحَاتِ الرَّشَّاشِ عَلَى الْأَطْبَاقِ . ثُمَّ يَسْقُطُ إِلَى قَاعِ الْعَسَّالَةِ حَيْثُ يُرَشَّحُ ثُمَّ يُرَشُّ عَلَى الْأَطْبَاقِ مَرَّةً أُخْرَى .

٢ - الصَّرْفُ . يَقِفُ مُحَرِّكُ الْعَسْلِ . وَيُسْقِطُ الْمَاءَ الْقَدِرَ إِلَى الْقَاعِ . ثُمَّ تَطْرُدُهُ مِضْحَةُ التَّفْرِيعِ .

٣ - الشَّطْفُ . يَدْخُلُ الْمَاءُ النَّقِيُّ إِلَى قَاعِ الْعَسَّالَةِ . وَتُرَشُّ مِضْحَةُ الْعَسْلِ الْمَاءَ عَلَى الْأَطْبَاقِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ لِتَشْطِفَهَا .

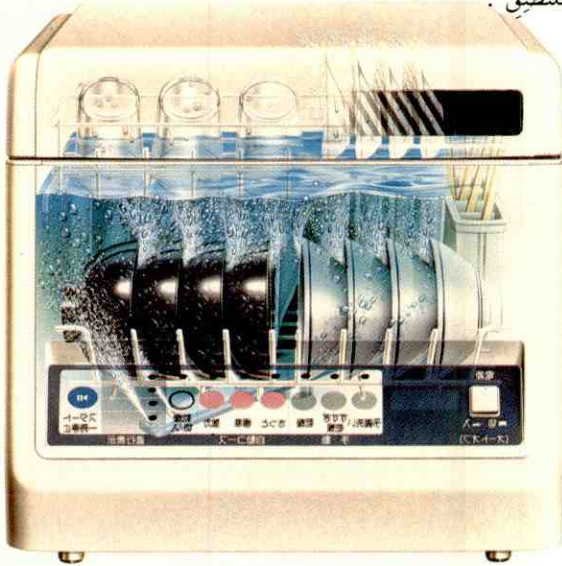
٤ - التَّجْفِيفُ . تَدْفَعُ الْمِرْوَحَةُ هَوَاءً عَبْرَ الْأَطْبَاقِ لِيَخْرُجَ مِنْ فَتْحَةٍ تَهْوِيَةِ حَامِلًا الرُّطوبَةَ إِلَى الْخَارِجِ وَقَدْ يُشْعَلُ مُسَخِّنٌ عَلَى فتراتٍ لِيُسْرِعَ تَبَخُّرَ الْمَاءِ مِنْ سَطْحِ الْأَطْبَاقِ .

العالى للمنافث يُدير أيضًا ذراع الرشاش لأنه يندفع من ثقب الذراع بزاوية . فتدور الذراع في الاتجاه المضاد لاندفاع الماء .

وإضافة لذلك ، فإنّ الغسالة تُسخّن الماء إلى حوالي ٧٠°م ، وهي درجة كافية للسع الأيدي ، ويمكنها إسالة وشفط الدهون والشحوم . ومن المشكلات الأخرى أيضًا الأغذية الجافة الملتصقة مثل البيض ومُنتجات الألبان . وللتعامل مع مثل هذه الرواسب العنيدة ، فإنّ بعض الغسالات الحديثة صُممت لتنفّع الأطباق (أسفل) قبل بدء دورة الغسيل بالرشاش .

التنقع قبل الرش

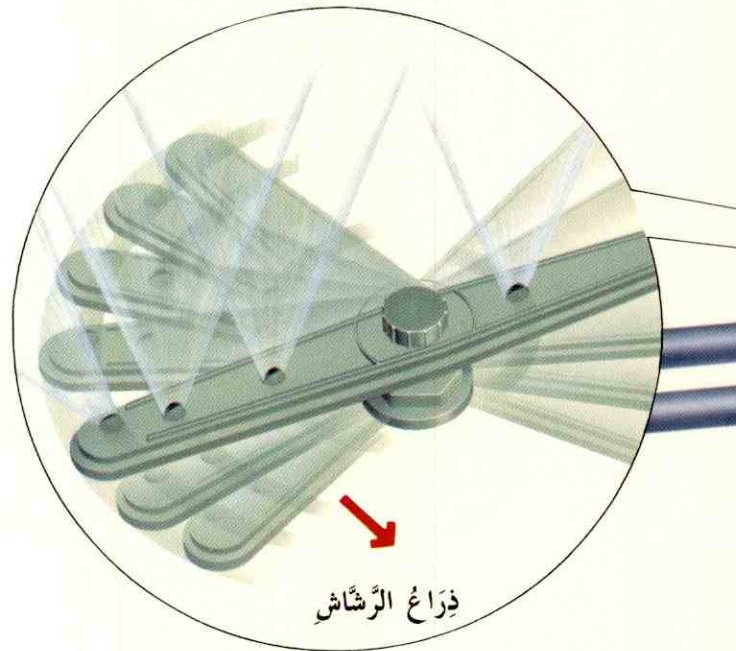
قد تُملأ بعض غسالات الأطباق تمامًا بماء ساخن أو بارد لتنفّع جميع الأطباق قبل أن تبدأ دورة الرش ، وذلك لتليين الطعام اللزج أو الملتصق .



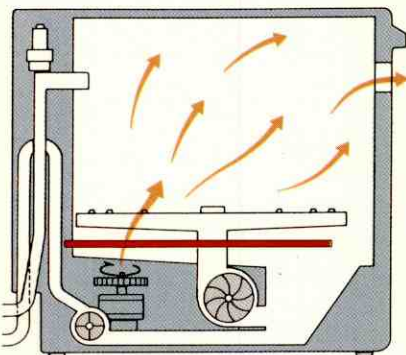
تستخدم غسالات الأطباق الذاتية ثفائات من الماء البارد والساخن المخلوط بمنظفات خاصة لتنظف الأطباق المتسخة . ويجب أن ترتب الأطباق أولاً في حواملها حتى تكون بينها مسافات كافية . وعند تشغيل الغسالة ، فإن منافث الماء تدفع الماء الصابوني الساخن في كل زاوية وعلى سطح كل طبق . ويكون ضغط الماء قوياً بدرجة كافية لكسح جميع أنواع الطعام . والضغط

دوران ذراع الرشاش

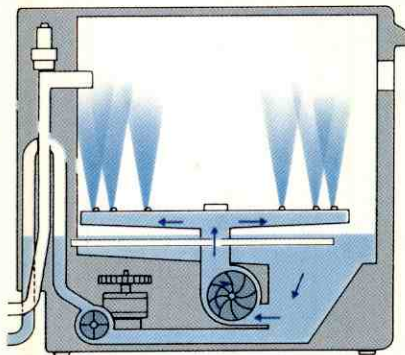
طبقاً للقانون : فإن كل فعل يسبب رد فعل مساوياً له في المقدار ومضاداً في الاتجاه ، فإن الماء المندفّع من فتحات ذراع الرشاش يجعل الذراع تدور في الاتجاه المضاد .



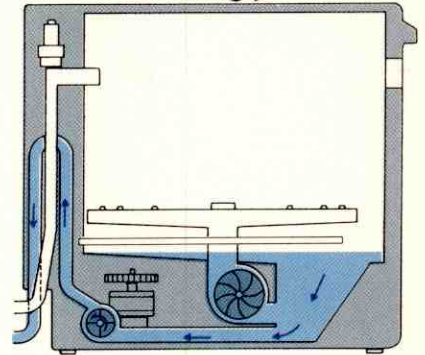
٤ - التجفيف



٣ - الشطف



٢ - التفريغ (الصرف)

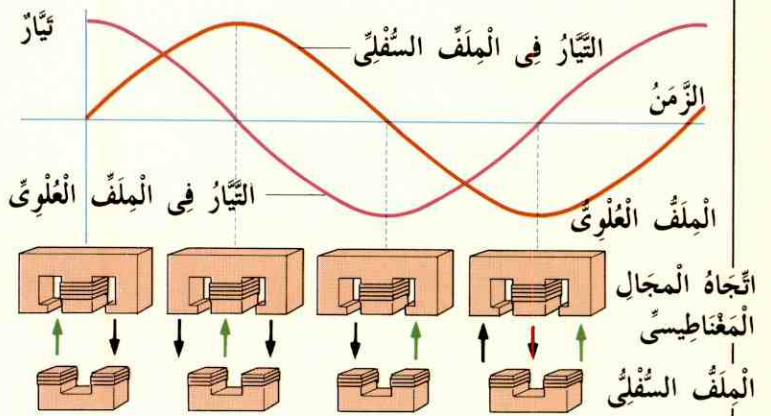


كَيْفَ تَعْمَلُ عَدَّاتُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ؟

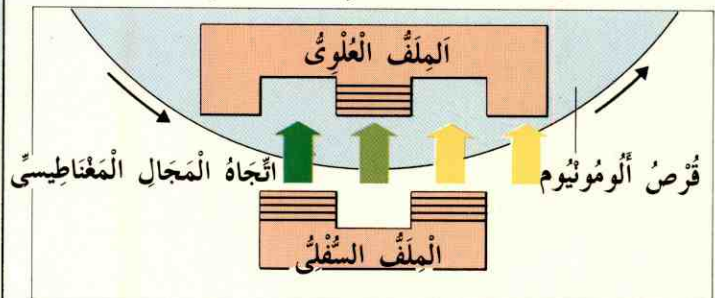
للدوران (تُحَافِظُ عَلَى أَنْ تَكُونَ حَرَكََةُ الْقُرْصِ مُتَنَاسِبَةً
مَعَ شِدَّةِ التَّيَّارِ . وَيَتَّصِلُ الْقُرْصُ — بِوَاسِطَةِ ثُرُوسٍ —
بِعَدَّادٍ (أَسْفَلَ — يَسَارَ) يُسَجِّلُ عِدَدَ دَوْرَاتِ الْقُرْصِ .
وَيَتَوَقَّفُ هَذِهِ الدَّوْرَاتُ عَلَى مِقْدَارِ الْقُدْرَةِ الْمُسْتَحْدَمَةِ ،
وَبِالتَّالِي فِيهِ تَقْيِسُهَا .

تُسْتَحْدَمُ شَرَكَاتُ الْكَهْرَبَاءِ عَدَّاتٌ تَضَعُهَا مَعَ لَوَحَاتِ
التَّوْزِيعِ الْكَهْرَبِيِّ لِتَحْدِيدِ كَمِّيَّةِ الْكَهْرَبَاءِ الَّتِي تَمَّ
اسْتِحْدَامُهَا وَتَحْسِبُ مُسْتَحَقَّاتِهَا عَنْ قِيَمَةِ هَذَا
الِاسْتِهْلَاكِ . وَوَحْدَةُ الْقِيَاسِ هِيَ الْكِيلُوَات / سَاعَةً ،
وَهُوَ اسْتِهْلَاكِ قُدْرَةٍ تَبْلُغُ ١٠٠٠ وَاث لِمُدَّةِ سَاعَةٍ كَامِلَةٍ .
وَيَعْتَمِدُ عَمَلُ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ عَلَى حَقِيقَةٍ اكْتُشِفَتْ فِي أَوَائِلِ
الْقُرْنِ ١٩ بِوَاسِطَةِ عِدَّةِ عُلَمَاءٍ وَتَنْصُ عَلَى أَنَّ التَّيَّارَ
الْكَهْرَبِيَّ الْمَارَّ فِي مِلْفٍ يُؤَلَّدُ قُوَّةً عَلَى مَغْنَاطِيْسٍ دَائِمٍ .
وَدَاخِلَ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ ، تَحْرُكُ هَذِهِ الْقُوَّةُ قُرْصًا
دَوَّارًا . وَيُؤَلَّدُ الْمَغْنَاطِيْسُ الدَّائِمُ قُوَّةَ فَرَمَلَةٍ (مُضَادَّة

لِمَاذَا يَدُورُ قُرْصُ الْأَلُومُونِيُومِ؟



أَحَدَ الْمِلْفَيْنِ لَهُ لَفَّاتٌ كَثِيرَةٌ ، وَلِلْآخَرِ لَفَّاتٌ قَلِيلَةٌ . وَالْفَرْقُ بَيْنَ عِدَدِ
الْلَفَّاتِ يَجْعَلُ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ مُتَأَخِّرًا رُبْعَ مَوْجَةٍ ، فَيَحْدُثُ تَغْيِيرٌ فِي
اتِّجَاهِ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ أَثْنَاءَ كُلِّ دَوْرَةٍ لِلتَّيَّارِ . وَهَذَا التَّغْيِيرُ فِي اتِّجَاهِ
الْمَجَالِ هُوَ نَفْسُ مَا يَحْدُثُ عِنْدَ تَحْرِيكِ مَغْنَاطِيْسٍ .



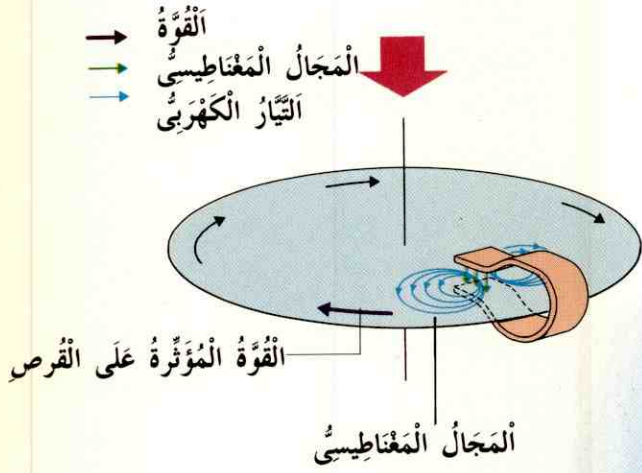
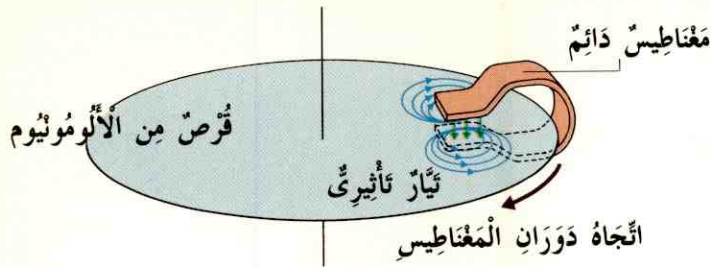
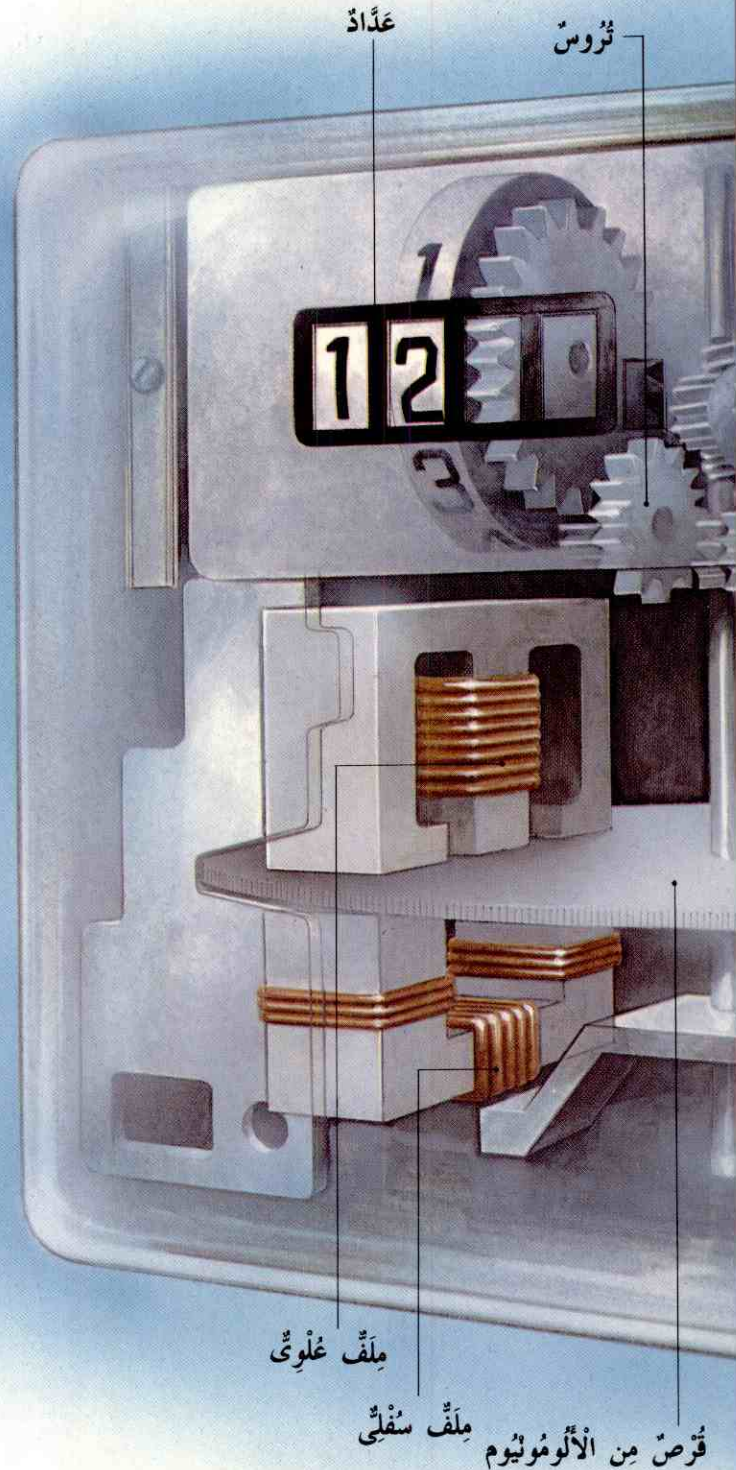
تُنْتِجُ كُلُّ دَوْرَةٍ مِنَ الطَّاقَةِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ (الْأَسْهَمِ) نَبْضَاتٍ مُتَتَابِعَةٍ مِنْ
الْقُوَّةِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةِ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ مِنْ حِدْوَةِ الْمَغْنَاطِيْسِ تَحْتَ
الْقُرْصِ . وَهَذِهِ النَّبْضَاتُ لَهَا نَفْسُ تَأْثِيرِ مَغْنَاطِيْسٍ مُتَحَرِّكِ ، فَتُدِيرُ
قُرْصَ الْعَدَّادِ .

مَغْنَاطِيْسٌ دَائِمٌ

قُرْصٌ يَدُورُ بِالْمَغْنَطِيسِيَّةِ

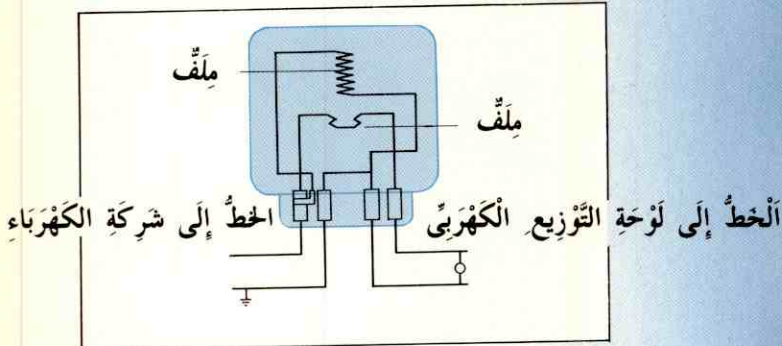
فِي عَامِ ١٨٢٤ ، اكْتَشَفَ فَرَانْسُو أَرَاوُ أَنَّهُ إِذَا وُضِعَ قُرْصٌ نُحَاسِيٌّ - دُونَ تَلَامُوسٍ - بَيْنَ قُطْبَيْ مَغْنَطِيسٍ دَائِمٍ (يَسَارِ أَعْلَى) وَادِيرِ الْمَغْنَطِيسِ (يَسَارِ أَسْفَلَ) ، فَإِنَّ الْقُرْصَ يَدُورُ لِتَتَّبِعَ الْمَغْنَطِيسِ . وَتَحْرِيكُ الْمَغْنَطِيسِ يُغَيِّرُ الْمَجَالَ الْمَغْنَطِيسِيَّ حَوْلَ الْقُرْصِ وَيُوَخِّرُ قُوَّةَ جَذَبِ الْمَغْنَطِيسِ . وَيَدُورُ الْقُرْصُ كَأَنَّهُ مُحَرَّكٌ وَلَكِنَّهُ يَتَأَخَّرُ دَائِمًا عَنْ حَرَكَةِ الْمَغْنَطِيسِ .

مَقْطَعٌ فِي عَدَّادٍ كَهْرَبِيِّ



دَائِرَةُ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ

يَعْمَلُ الْعَدَّادُ كَأَنَّهُ مُحَرَّكٌ كَهْرَبِيٌّ يُدِيرُ قُرْصًا مِنَ الْأَلُومِينِيُومِ . وَبَيْنَمَا يَدُورُ الْقُرْصُ ، فَإِنَّهُ يُدِيرُ تَدَارِيحَ الْعَدَّادِ الَّتِي تُسَجِّلُ كَمِّيَّةَ الْكَهْرَبِيَّةِ الْمُسْتَحْدَمَةِ فِي الْمَنْزِلِ .



عَدَّادُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَدَائِرَتُهُ

مَا الَّذِي يُشغِّلُ الْمُنظَّمَاتِ الْحَرَارِيَّةَ (الترموستات) وَيُوقِفُهَا؟

مِكْوَاةٌ بِمُنْظَمٍ حَرَارِيٍّ

قَلَاوِظُ تُحَكِّمُ فِي دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

تُنظَّمُ الْمُنظَّمَاتُ الْحَرَارِيَّةُ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ فِي الْمَكَاوِي وَالْمُسَخِّنَاتِ وَالْأَفْرَانِ وَالْتَّلَاجَاتِ وَالْمَكَيِّفَاتِ . وَيَسْتَفِيدُ كُلُّ نَوْعٍ لِلْمُنْظَمِ الْحَرَارِيٍّ مِنَ الْخَوَاصِ الطَّبِيعِيَّةِ لِلْمَادَّةِ الْمَصْنُوعِ مِنْهَا . فَالْمَعَادِنُ فِي مَقَاوِمِ حَرَارِيَّةِ (الترميستور) — مَثَلًا — تَفْقِدُ مَقَاوِمَتَهَا لِمُرُورِ الْكَهْرَبَاءِ عِنْدَمَا تَسْخُنُ . وَتَعْمَلُ مُجَسَّاتُ أَشْبَاهِ الْمَوْصَلَاتِ بِطَرِيقَةٍ مُشَابِهَةٍ ، فَطَبَقًا لِدَرَجَاتِ حَرَارَتِهَا تُسَهِّلُ مُرُورَ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ أَوْ تُقَاوِمُهُ . وَعَلَى الْعَكْسِ ، فَفِي مُجَسَّاتِ الضَّغْطِ الْغَازِيِّ الَّتِي تُسْتَخْدَمُ عَادَةً فِي التَّلَاجَاتِ ، يَتِمَّدُ الْغَازُ عِنْدَمَا يَسْخُنُ فَيَمْلَأُ مِيفَاحًا يُشغِّلُ مِفْتَاحًا لَتَبْدَأَ دَوْرَةَ التَّبْرِيدِ . وَتُسْتَخْدَمُ الْمِكْوَاةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الظَّاهِرَةُ فِي الرَّسْمِ مُنْظَمًا حَرَارِيًّا مِنْ النَّوْعِ الْمُعْتَادِ ، وَهُوَ مُجَسَّ حَرَارِيٍّ ثُنَائِي الْمَعْدِنِ .

عَازِلٌ

مُحَدِّدٌ

شَبْحَةُ ثُنَائِيَّةُ الْمَعْدِنِ

دَائِرَةٌ مُغْلَقَةٌ

عَازِلٌ

التَّحَكُّمُ فِي دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

الترموستور هُوَ مِفْتَاحٌ كَهْرَبِيٌّ حَسَّاسٌ لِلْحَرَارَةِ : فَالْحَرَارَةُ تُقَلِّلُ مَقَاوِمَتَهُ الْكَهْرَبِيَّةَ (يَسَار) فَيَسْمَحُ لِلتَّيَّارِ بِالْمُرُورِ . وَيُسْتَخْدَمُ مُجَسَّ الضَّغْطِ الْغَازِيِّ (أَقْصَى يَسَار) فِي مُبَحِّرِ التَّلَاجَاتِ . فَعِنْدَمَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ ، يَتِمَّدُ الْغَازُ فَيَنْشِطُ مِيفَاحًا وَيُغْلِقُ دَائِرَةَ كَهْرَبِيَّةَ تُشغِّلُ الضَّغْطَ . وَعِنْدَمَا تَنْخَفِضُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ ، يَنْكَمِشُ الْغَازُ فَيَفْتَحُ الدَّائِرَةَ وَيَتَوَقَّفُ الضَّغْطُ .

دَائِرَةٌ مُغْلَقَةٌ

زُبُرُكُ تَلَامُسٍ

مَادَّةٌ مَالِيَّةٌ (رَاتِجٌ إِيوَكْسِي)

مَحَاوِزُ اِزْتِكَاكِزٍ

مِيفَاحٌ

وَصْلَةُ الْمَجَسِّ

سِيلِيْكُونٌ

رَافِعَةٌ

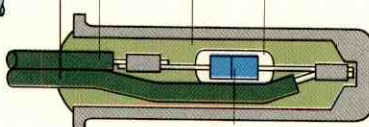
قَلَاوِظُ ضَبْطٍ

زُبُرُكُ ضَبْطٍ

رَافِعَةٌ ضَبْطٍ

حَدْبَةٌ (كَامَةٌ)

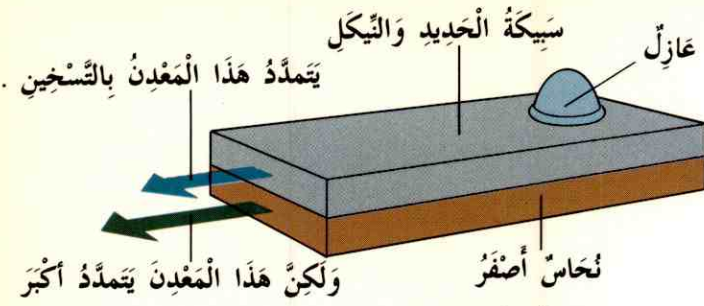
يَسْتَجِيبُ مُجَسَّ الضَّغْطِ الْغَازِيِّ لِلْحَرَارَةِ .



تَرْمُوسْتُورٌ

قَدْ يَعْمَلُ التَّرْمُوسْتُورُ

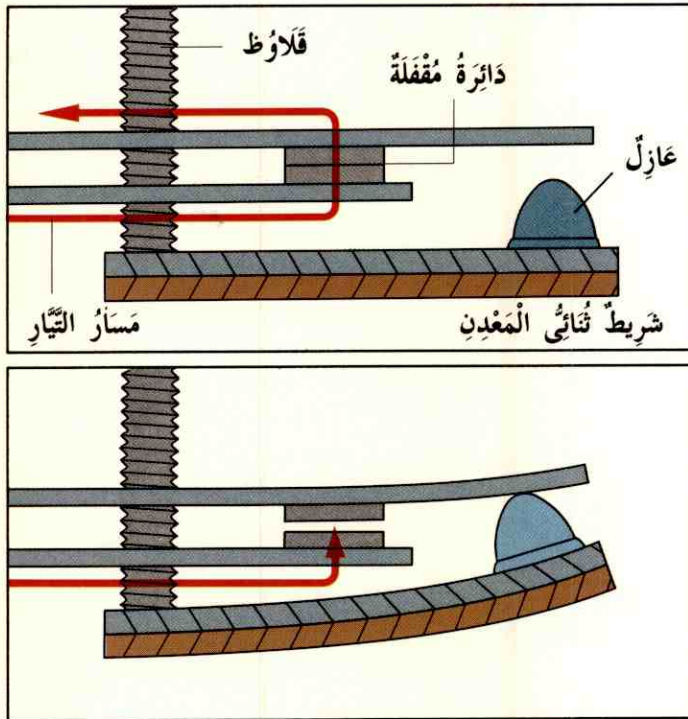
كَمَجَسٍّ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .



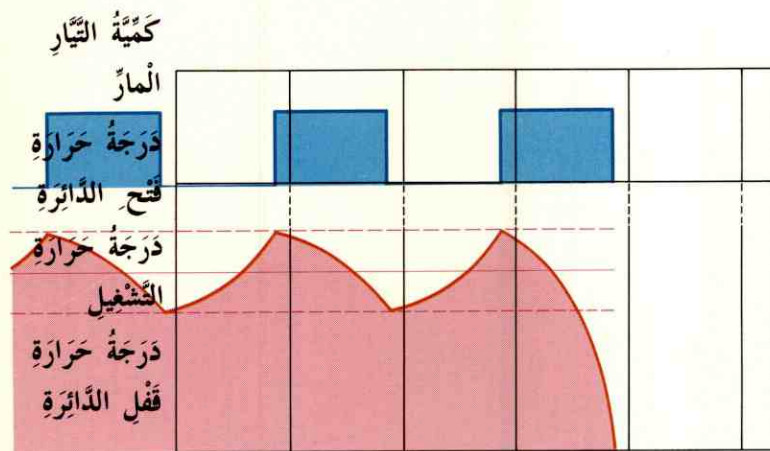
يَتَحَكَّمُ فِي دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِي الْمِكْوَاةِ شَرِيحَةٌ ثَنَائِيَّةُ الْمَعْدِنِ . وَتَتَكَوَّنُ مِنْ طَبَقَةٍ مِنْ سَبِيكَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ وَالنِّكَلِ تَلْتَحِمُ بِطَبَقَةٍ مِنَ النُّحَاسِ الْأَصْفَرِ . وَيَتَمَدَّدُ النُّحَاسُ أَكْبَرَ مِنَ السَّبِيكَةِ عِنْدَ ارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، فَتَنْقُوسُ الشَّرِيحَةُ ، وَتَفْتَحُ الدَّائِرَةُ .

تَتَمَدَّدُ الْمَعَادِنُ بِمُعَدَّلَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ فِي الْمُنْتَظَمِ الْحَرَارِيِّ ثَنَائِي الْمَعْدِنِ (أَسْفَلَ) عِنْدَمَا تُسَخَّنُ . وَالْمَعْدِنُ فِي الطَّبَقَةِ الْعُلْوِيَّةِ يَتَمَدَّدُ أَقْلَ . وَعِنْدَ تَشْغِيلِ الْمِكْوَاةِ ، تَعْمَلُ الْحَرَارَةُ الْعَالِيَّةُ عَلَى زِيَادَةِ تَمَدُّدِ الطَّبَقَةِ السُّفْلِيَّةِ فَتَنْقُوسُ لِأَعْلَى وَتَفْتَحُ الدَّائِرَةَ فَيَتَوَقَّفُ مُرُورُ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ . وَعِنْدَمَا تَبْرُدُ الْمِكْوَاةُ يَنْبَسِطُ الشَّرِيطُ ، فَتَقْفُلُ الدَّائِرَةُ ، وَيَمُرُّ التَّيَّارُ مَرَّةً أُخْرَى .

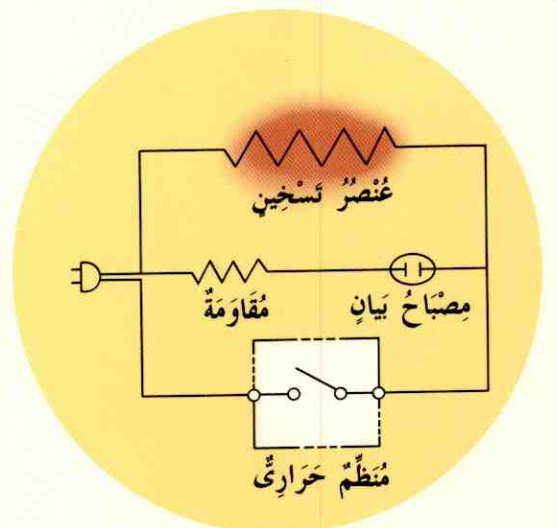
كَيْفَ يُنْتَظَمُ الْمَجْسُ الْحَرَارَةُ ؟



تُغْلَقُ الدَّائِرَةُ (عُلَى) وَتُفْتَحُ (سَفْلَى) بِوَاسِطَةِ مَجْسٍ حَرَارِيِّ ثَنَائِي الْمَعْدِنِ .



مَدَى دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ لِلْمُنْتَظَمِ الْحَرَارِيِّ . يُغْلَقُ الْمُنْتَظَمُ الْحَرَارِيُّ ثَنَائِي الْمَعْدِنِ الدَّائِرَةَ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ وَيَفْتَحُهَا عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ أُخْرَى .



الَّتِي تَحَكَّمُ فِي الْحَرَارَةِ فِي مِكْوَاةٍ . عِنْدَمَا يُغْلَقُ الْمَجْسُ الْحَرَارِيُّ الدَّائِرَةُ ، يُسَخَّنُ التَّيَّارُ عَنْصَرَ التَّسْحِينِ وَيُضِيءُ الْمِصْبَاحَ لِيَدُلَّ عَلَى أَنَّ الْمِكْوَاةَ فِي حَالَةِ تَسْحِينٍ .

كَيْفَ يَقُومُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ بِالتَّبْرِيدِ؟

مُكَيِّفُ هَوَاءٍ عَلَى النَّافِذَةِ

شَبَكَةُ الْعَادِمِ

مُرَشَّحٌ

يَعْمَلُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ مِثْلَ الثَّلَاجَةِ تَقْرِيبًا : فَيَمْتَصُّ الْحَرَارَةَ مِنْ مَكَانٍ وَيُورِثُهَا فِي مَكَانٍ آخَرَ . وَيَحْتَوِي كُلٌّ مِنَ الْآدَائِينَ عَلَى مَوَاسِيرَ وَأَنَايِبٍ تُحْدِثُ دَاخِلَهَا دَوْرَةَ سَائِلِ التَّبْرِيدِ (المبرد) الَّذِي يَكُونُ عَادَةً أَحَدُ أَفْرَادِ عَائِلَةِ الْكِيمَاوِيَّاتِ الْمُسَمَّاةِ فَرِيُون . وَكِلَاهُمَا يُمَرِّرُ سَائِلَ التَّبْرِيدِ فِي تَغْيِيرٍ لِلْحَالَةِ — تَبْخِيرٍ وَتَكثِيفٍ — فَيَجْعَلُهُ يَكْتَسِبُ حَرَارَةً ثُمَّ يَفْقِدُهَا .

وَفِي مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ الْمُرَكَّبِ عَلَى نَافِذَةٍ (يَسَار) يُوَاجِهُ الْمُبْخِرُ الْغُرْفَةَ ، وَهُوَ وَحْدَهُ التَّبْرِيدِ . وَيَتَغَيَّرُ سَائِلُ التَّبْرِيدِ دَاخِلَ مِلْفَاتِ الْمُبْخِرِ مِنْ سَائِلٍ إِلَى غَازٍ وَيَسْحَبُ الْحَرَارَةَ مِنَ الْوَسْطِ الْمُحِيطِ بِهِ . وَتَذْفَعُ مَرَاوِجُ الْمُبْخِرِ الْهَوَاءَ السَّاخِنَ مِنَ الْغُرْفَةِ عَبْرَ مِلْفَاتِ الْمُبْخِرِ الْبَارِدَةِ ، فَتَبْرُدُ الْهَوَاءُ وَتُعِيدُهُ (سَهْمُ أَزْرَق) بَارِدًا إِلَى الْغُرْفَةِ . وَيُوجَدُ دَاخِلَ الْمَكَيِّفِ مَقْسَمٌ يَمْنَعُ الْهَوَاءَ الْخَارِجِيَّ السَّاخِنَ مِنَ الدُّخُولِ خِلَالَ النَّافِذَةِ . ثُمَّ يَضْحُ الْمُبْرَدُ وَهُوَ فِي الْحَالَةِ الْغَازِيَّةِ إِلَى الضَّغْطِ الَّذِي يُعْرِضُهُ لِضَغْطٍ عَالٍ فَيَسْحَنُ الْغَازُ ثُمَّ يَدْفَعُهُ خِلَالَ الْأَنَايِبِ الشَّعْرِيَّةِ ثُمَّ إِلَى الْمُكثِّفِ . وَلَا تَخْفَاضُ الضَّغْطِ فِي الْمُكثِّفِ ، فَإِنَّ الْغَازَ يَتَحَوَّلُ إِلَى سَائِلٍ وَيَفْقِدُ بَعْضَ حَرَارَتِهِ . وَيُوَاجِهُ الْمُكثِّفُ الْجَوَّ الْخَارِجِيَّ ، وَتَذْفَعُ مِرْوَحَةُ الْمُكثِّفِ الْهَوَاءَ الْخَارِجِيَّ عَبْرَ مِلْفَاتِ الْمُكثِّفِ ، فَتَتَوَرَّعُ الْحَرَارَةُ (سَهْمُ أَحْمَر) إِلَى الْخَارِجِ .

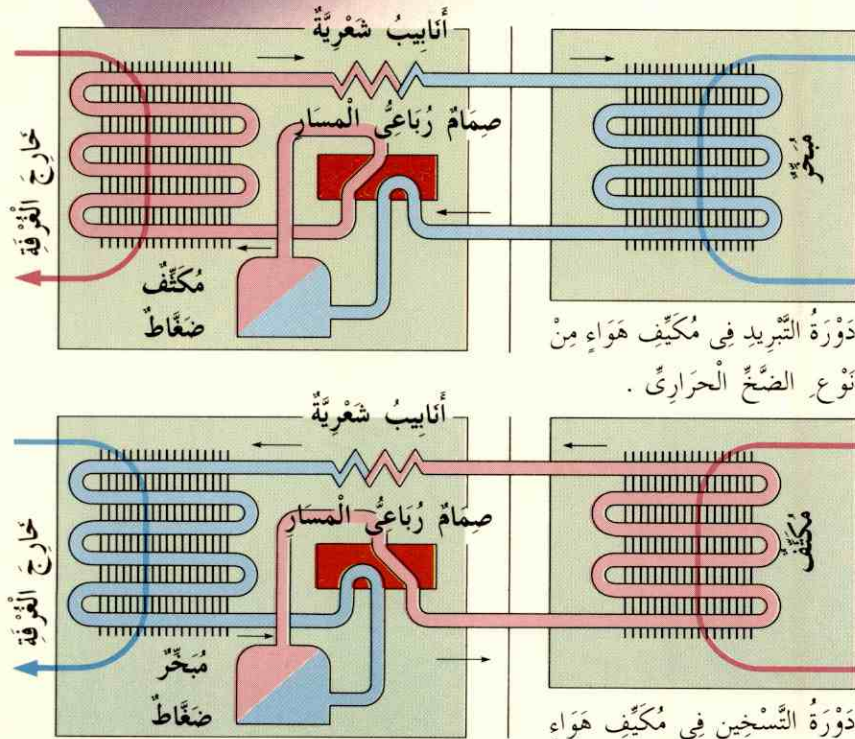
الضَّحُّ الْحَرَارِيُّ الْإِنْعَكَاسِيُّ

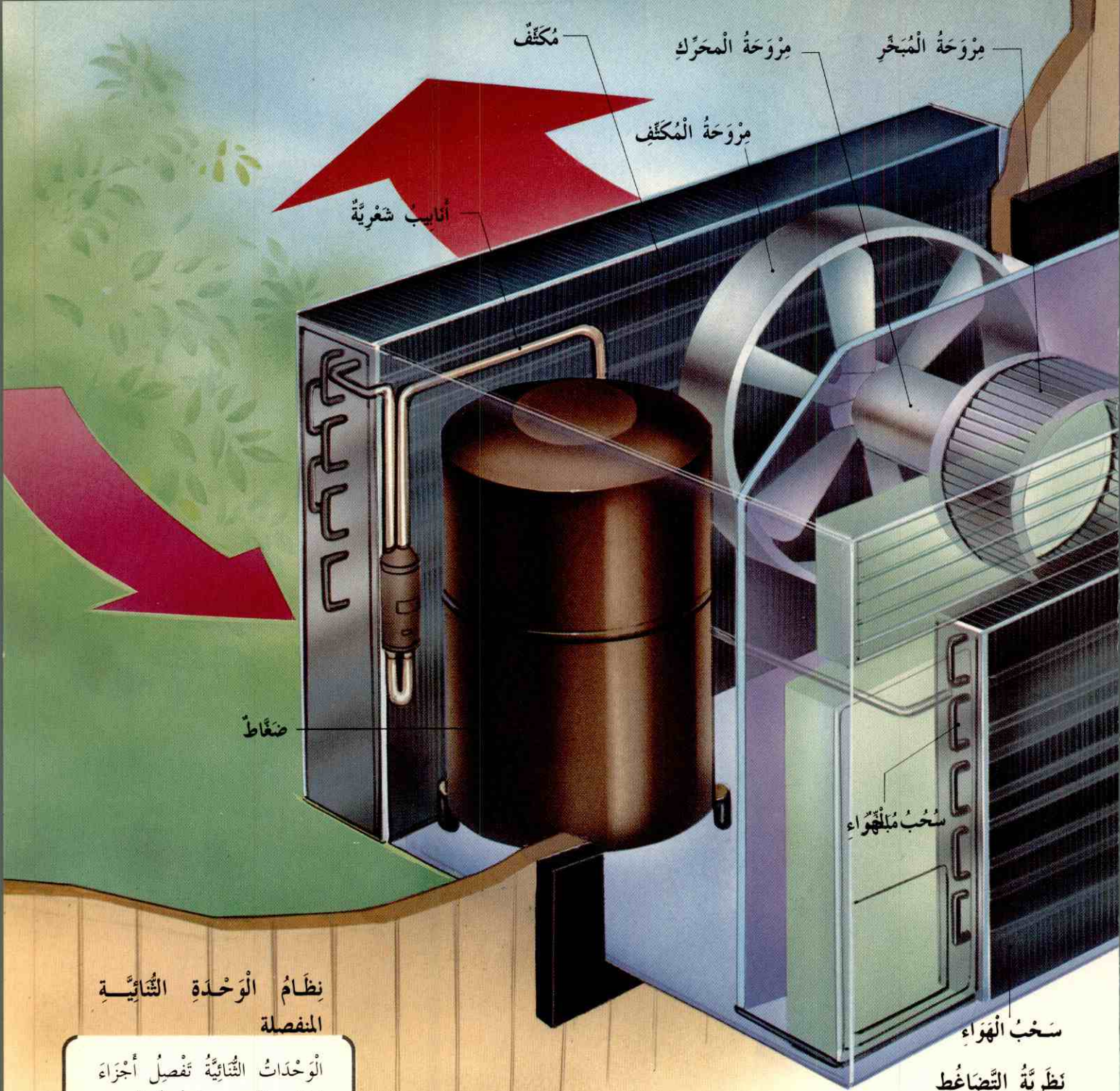
يُمْكِنُ لِأَحَدِ أَنْوَاعِ مُكَيِّفَاتِ الْهَوَاءِ — الْمُسَمَّى الضَّحُّ الْحَرَارِيُّ — أَنْ يَعْكِسَ مَسَارَ الْمُبْرَدِ ، وَبِالتَّالِيِ اتِّجَاهَ التَّبَادُلِ الْحَرَارِيِّ ، وَبِذَلِكَ يُدْفَى الْجِهَازُ الْغُرْفَةَ بَدَلًا مِنْ تَبْرِيدِهَا . وَإِذَا اسْتُخْدِمَ الْجِهَازُ لِتَبْرِيدِ الْهَوَاءِ الدَّاخِلِيِّ (يَسَارِ عَلَوَى) ، فَإِنَّ التَّبْرِيدَ يَحْدُثُ فِي الْجَانِبِ الدَّاخِلِيِّ ، بَيْنَمَا يُبْخِرُ الْمُبْرَدُ (مِلْفَاتِ زَرْقَاء) وَتُفْرَغُ الْحَرَارَةُ إِلَى الْخَارِجِ حَيْثُ يَتَمُّ تَكثِيفُ الْمُبْرَدِ (مِلْفَاتِ أَرْجَوَانِيَّة) .

وَلَكِنْ فِي هَذَا النِّظَامِ الْإِنْعَكَاسِيِّ ، فَإِنَّ إِعَادَةَ ضَبْطِ صِمَامِ رُبَاعِي الْمَسَارِ (أَحْمَر) يَعْكِسُ مَسَارَ الْمُبْرَدِ . وَالْمِلْفَاتُ الدَّاخِلِيَّةُ الَّتِي عَمِلَتْ كَمُبْخِرٍ تُصْبِحُ الْمُكثِّفُ (مِلْفَاتِ أَرْجَوَانِيَّة) وَتُفْرَغُ الْحَرَارَةُ إِلَى دَاخِلِ الْغُرْفَةِ . وَتُصْبِحُ الْوَحْدَةُ الْخَارِجِيَّةُ مُبْخِرًا (مِلْفَاتِ زَرْقَاء) يَتَمُّ فِيهَا امْتِصَاصُ الْحَرَارَةِ الَّتِي سَتَحْمِلُهَا إِلَى الدَّاخِلِ .

دَوْرَةُ التَّبْرِيدِ فِي مُكَيِّفِ هَوَاءٍ مِنْ نَوْعِ الضَّحُّ الْحَرَارِيِّ .

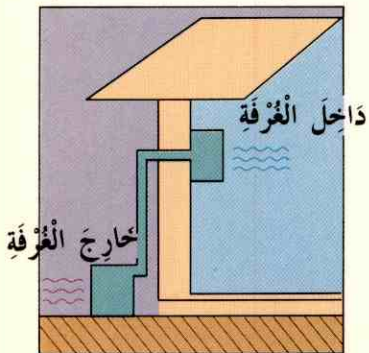
دَوْرَةُ التَّسْحِينِ فِي مُكَيِّفِ هَوَاءٍ مِنْ نَوْعِ الضَّحُّ الْحَرَارِيِّ .





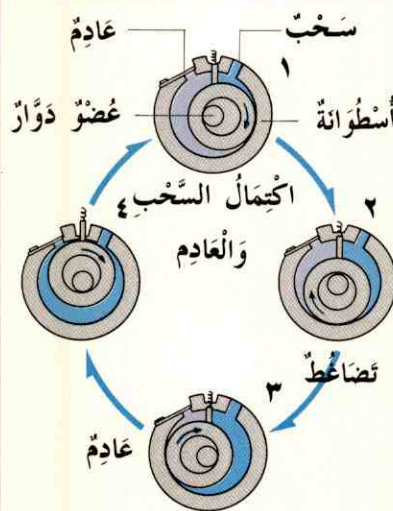
نظام الوحدة الثنائية المنفصلة

الوحدات الثنائية تُفصل أجزاء مُكثِّف الهَوَاء. فيكون المبرِّد فقط داخل الغرفة، والمكثف فقط خارجها ويدور المبرِّد (سائل التبريد) بينهما.



نظريّة التضاغط

لا يتساوى طوراً التغيّر في دورة التبريد في الطاقة اللازمة لكل منهما. فالمبرِّد يتبخّر من طاقته الدائرية عندما يخفّف الضغط عليه. ولكنّ تحول الغاز إلى سائل مرة أخرى يستلزم حرارة. ويستخدم مُكثِّف الهَوَاء التيار الكهربائي لتشغيل الضَّغْط الذي يضخّ الغاز في حيز ضيق فيضغّه تحت ضغط عالٍ. والضَّغْط الدَّوَّار - صغير الحجم وكفء وهادئ - له مكبس ذو عضو دَوَّارٍ لامرّكزي. وفي دورة واحدة (يسار من ١ - ٤) يسحب العضو الدَّوَّار غازاً أكثر (أزرق) ويدفع الغاز المسحوب سابقاً (أرجواني) إلى الأنابيب الشعريّة في نفس الوقت.

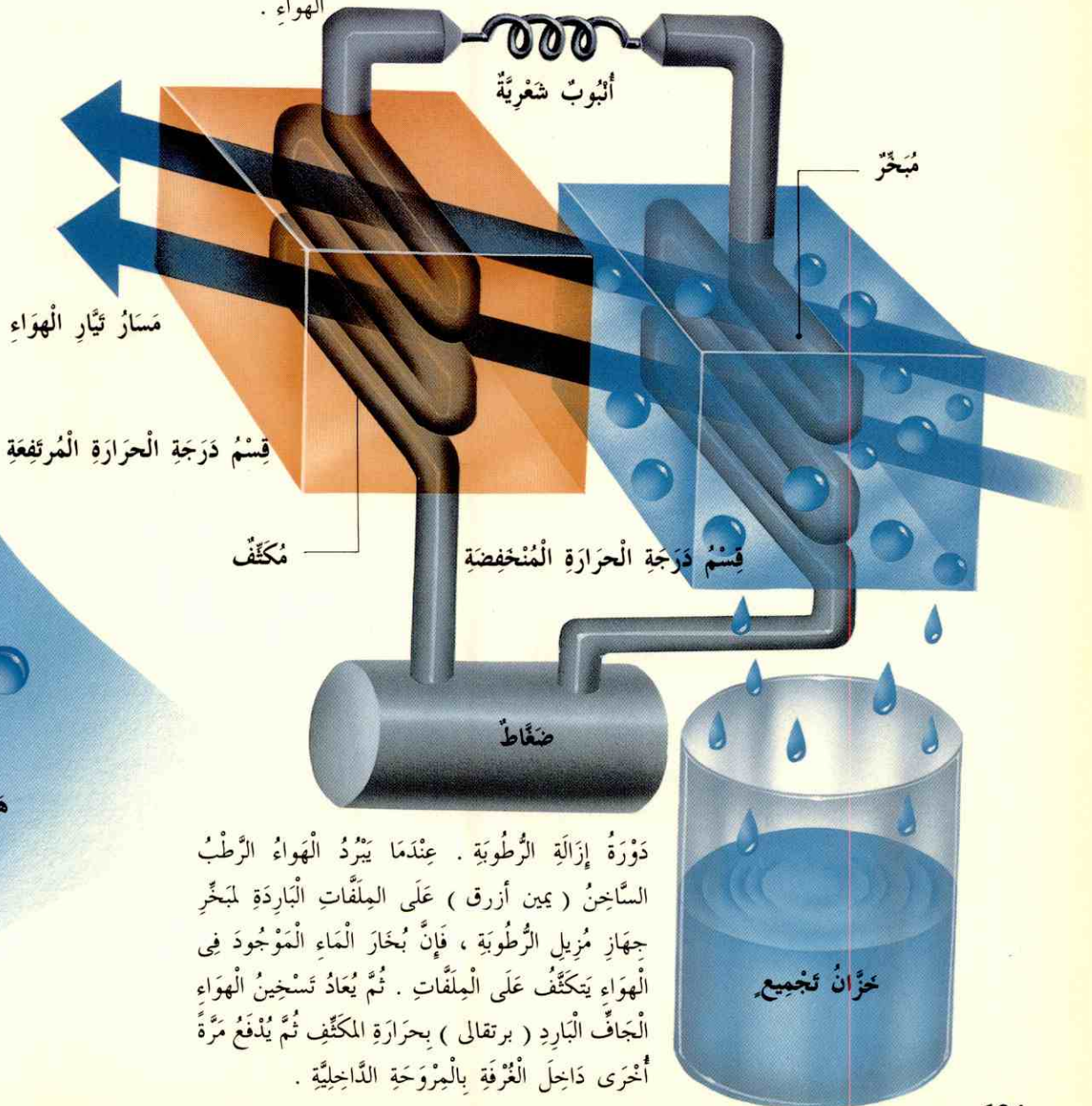


مَا هُوَ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ؟

مُزِيلُ رُطُوبَةٍ يَعْمَلُ

عِنْدَمَا يَمُرُّ الْهَوَاءُ الرُّطْبُ فَوْقَ الْمِلْفَاتِ الْبَارِدَةِ لِمُبْحَرٍ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ ، فَإِنَّ بُخَارَ الْمَاءِ الْمَحْمُولَ فِي الْهَوَاءِ يَتَكَثَّفُ عَلَى الْمِلْفَاتِ . وَيَسْقَاطُ الْمَاءُ إِلَى خَزَانٍ تَجْمِيعٍ (أَسْفَلَ) يَتَمُّ تَفْرِيقُهُ أَوْ صَرْفُهُ . وَيَحْفَظُ مَجْسُ رُطُوبَةٍ عَلَى اسْتِمْرَارٍ عَمَلِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ مَا دَامَتِ الرُّطُوبَةُ النَّسْبِيَّةُ فِي الْغُرْفَةِ فَوْقَ ٦٠٪ . وَيُمْكِنُ لِمُزِيلِ الرُّطُوبَةِ الْمُصَمَّمِ لِحُجْرَةٍ وَاحِدَةٍ أَنْ يُزِيلَ حَوَالِي ٤ لِيْتَرَاتٍ مِنَ الْمَاءِ يَوْمِيًّا مِنَ الْهَوَاءِ .

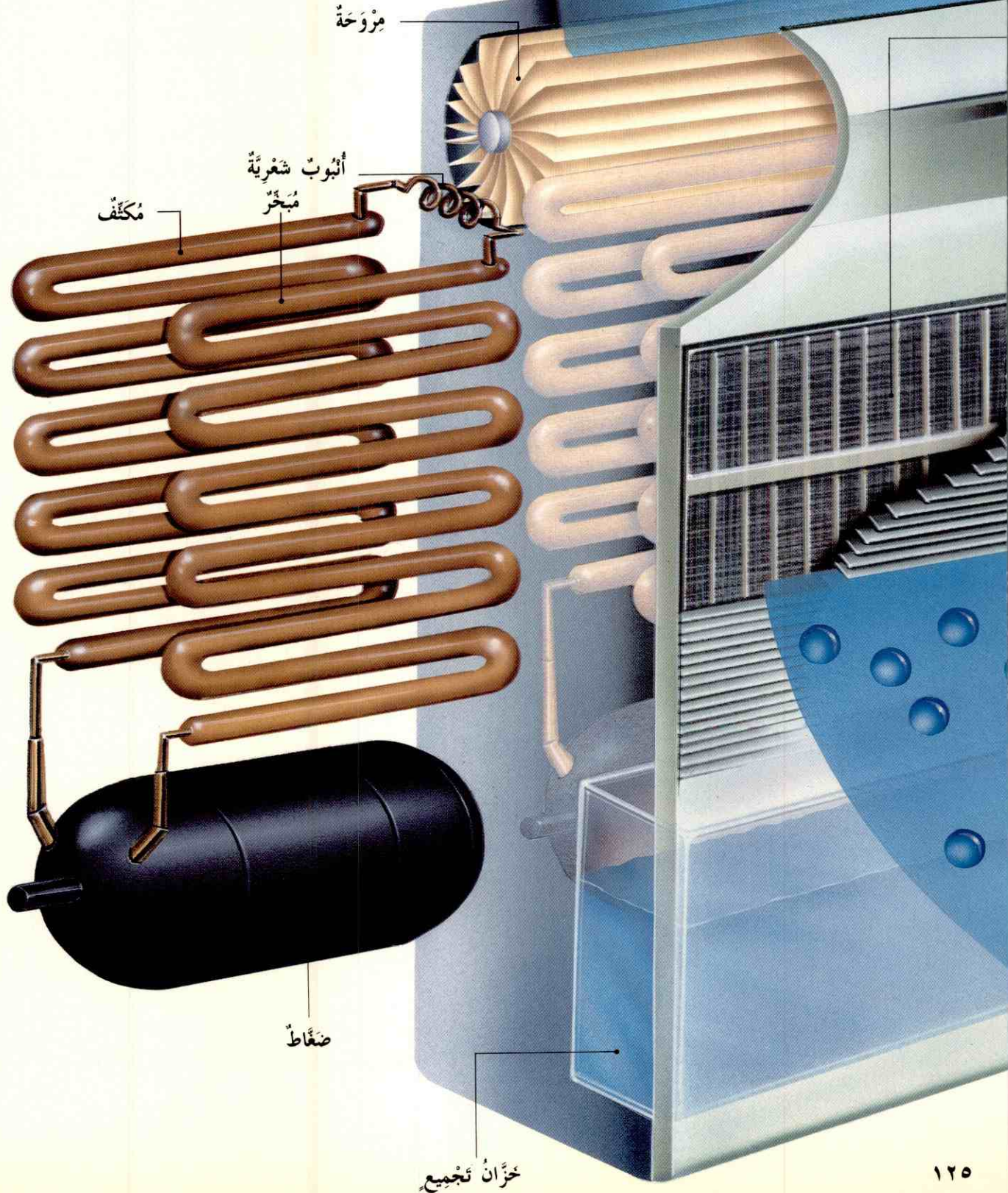
تَشَابَهَ مُكَوِّنَاتُ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ مَعَ مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ ، فَهُوَ يُكَيِّفُ بُخَارَ الْمَاءِ مِنْ حُجْرَةٍ بِإِمْرَارِ الْهَوَاءِ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمِلْفَاتِ الْبَارِدَةِ . وَكَمَا فِي مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ ، فَإِنَّ مِلْفَاتِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ تَكُونُ بَارِدَةً لِحُدُوثِ تَبْخِيرٍ بِدَاخِلِهَا . وَتَشْمَلُ بَاقِيَ الدَّوْرَةِ التَّضَاغُطَّ وَالتَّكثِيفَ لِإِعَادَةِ تَخْزِينِ الْمُبْرَدِ الدَّوَارِ فِي حَالَتِهِ السَّائِلَةِ . وَلَا يُصَمَّمُ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ لِتَبْرِيدِ الْغُرْفَةِ وَلَكِنَّهُ لَا يُغَيِّرُ دَرَجَةَ حَرَارَتِهَا . وَلِلْإِحْتِفَاطِ بِنَفْسِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، فَإِنَّ الْجِهَازَ يَمُرُّ الْهَوَاءُ الْمُبْرَدَ وَالْمَجْفَفَ فَوْقَ مِلْفَاتِ التَّكثِيفِ لِيُعِيدَ تَسْخِينَهُ (أَسْفَلَ) قَبْلَ إِعَادَتِهِ إِلَى الْغُرْفَةِ . وَحَتَّى فِي دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمُزْتَفِعَةِ صَيْفًا مِثْلَ ٣٠°م ، فَإِنَّ الْإِنْسَانَ يَشْعُرُ بِالرَّاحَةِ عِنْدَ انْقَاصِ الرُّطُوبَةِ ، لِأَنَّهَا تَسْمَحُ لِلْعَرَقِ بِالتَّبَخُّرِ مِنَ الْجِلْدِ .



دَوْرَةُ إِزَالَةِ الرُّطُوبَةِ . عِنْدَمَا يَبْرُدُ الْهَوَاءُ الرُّطْبُ السَّاحِنُ (يَمِينُ أَزْرَقَ) عَلَى الْمِلْفَاتِ الْبَارِدَةِ لِمُبْحَرٍ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ ، فَإِنَّ بُخَارَ الْمَاءِ الْمَوْجُودَ فِي الْهَوَاءِ يَتَكَثَّفُ عَلَى الْمِلْفَاتِ . ثُمَّ يُعَادُ تَسْخِينُ الْهَوَاءِ الْجَفِّ الْبَارِدِ (بَرْتَقَالِي) بِحَرَارَةِ الْمَكثَّفِ ثُمَّ يَدْفَعُ مَرَّةً أُخْرَى دَاخِلَ الْغُرْفَةِ بِالْمُرَوَّحَةِ الدَّاخِلِيَّةِ .

نُقْطَةُ النَّدى وَدَرَجَةُ الْحَرَارَةِ

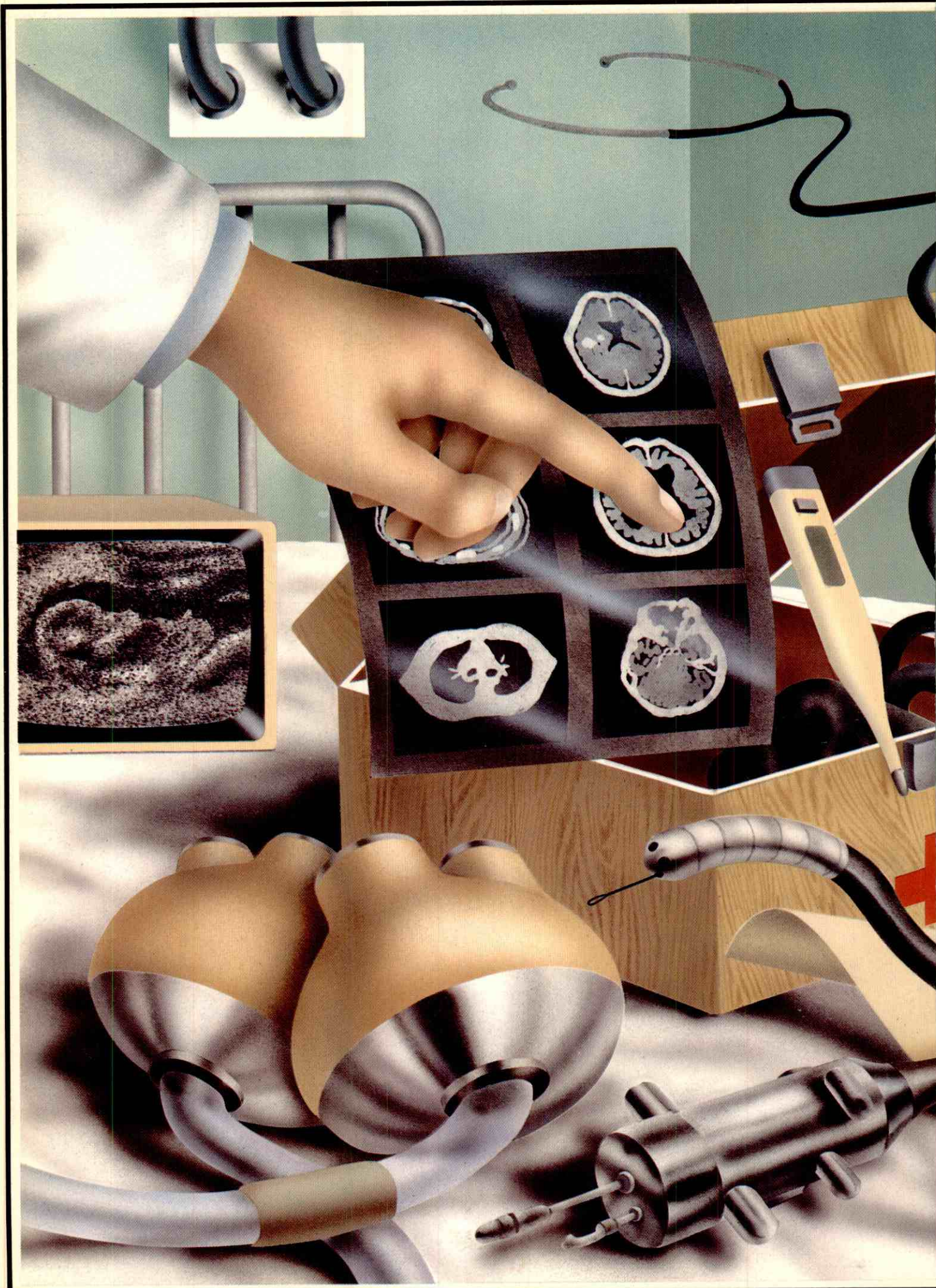
نُقْطَةُ النَّدى هِيَ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الَّتِي عِنْدَهَا يَبْدَأُ تَكْتَفُفُ الرُّطُوبَةِ مِنَ الْهَوَاءِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ رُطُوبَةُ الْهَوَاءِ — أَيْ كُلَّمَا زَادَ بُخَارُ الْمَاءِ الَّذِي يَحْمِلُهُ الْهَوَاءُ — كُلَّمَا زَادَتْ نُقْطَةُ النَّدى . وَيَحْمِلُ الْهَوَاءُ الدَّافِئُ مَاءً أَكْثَرَ . وَيَبْرُدُ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ الْهَوَاءَ إِلَى مَا تَحْتَ نُقْطَةِ النَّدى ، لِكَيْ يَفْقِدَ بَعْضَ بُخَارِ مَائِهِ .



مُعْجَزَات طَبِيبَةٍ

اِبْتَكَرَ الْعُلَمَاءُ وَالْمُهَنْدِسُونَ خِلَالَ الْمِائَةِ سَنَةِ الْآخِرَةِ مَجْمُوعَةً مُدْهِشَةً مِنَ الْأَجْهَزَةِ وَالْآلَاتِ تَمْنَعُ أَوْ تُشَحِّصُ أَوْ تُعَالِجُ الْأَمْرَاضَ وَالْإِصَابَاتِ . وَأَكْثَرُهَا انْتِشَارًا هِيَ الَّتِي تُبَيِّنُ الْعَلَامَاتِ الْحَيَوِيَّةَ مِثْلَ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَضَعْفِ الدَّمِ وَمُعَدَّلِ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ . فَالْتَرْمُومِثْرَاتُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ — مَثَلًا — يُمَكِّنُهَا قِيَاسُ دَرَجَةِ حَرَارَةِ جِسْمِ الْإِنْسَانِ فِي ٣٠ ثَانِيَةً أَوْ أَقَلَّ ، بَيْنَمَا يَتَرَجَّمُ رِسَامُ الْقَلْبِ الْكَهْرَبِيُّ الضَّرَبَاتِ الْمُعَقَّدَةَ لِلْقَلْبِ إِلَى أَشْكَالٍ مَوْجِيَّةٍ يَقْرؤها الْمُتَحَصِّصُونَ . وَتُفْتَحُ بَعْضُ الْمُعَدَّاتِ الْأُخْرَى نَوَافِدَ لِأَجْزَاءِ الْجِسْمِ الدَّاخِلِيَّةِ . وَمَسَاحُ الرَّسْمِ الطَّبِيبِيِّ الْمَحْوَرِيِّ الْمُرَوَّدُ بِكُمِّيُوتَرِ (CAT) — مَثَلًا — يُنتِجُ صُورَةً بِالْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ ثَلَاثِيَّةِ الْأَبْعَادِ لِأَيِّ جُزْءٍ مِنَ الْجِسْمِ فِي ثَوَانٍ . وَالْمِنْظَارُ اللَّيْفِيُّ — وَهُوَ مُجَسَّسٌ رَفِيعٌ لَهُ كَامِيرَا دَقِيقَةٌ عِنْدَ طَرَفِهِ — يَكُونُ صُورَ فِيدْيُو لِلْأَدَاءِ الدَّاخِلِيِّ لِلْمَعِدَةِ وَالْبَنْكَرِيَّاسِ وَالْأَعْضَاءِ الْأُخْرَى وَفَتْ الْقِيَامِ بِهِ . وَلَعَلَّ أَجْرًا التَّجْدِيدَاتِ الطَّبِيبِيَّةِ هِيَ تِلْكَ الْأَجْهَزَةُ الَّتِي تُؤَدِّي وَظَائِفَ أَعْضَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ غَيْرِ مَوْجُودَةٍ أَوْ فَاشِلَةٍ مِثْلَ الْقَلْبِ الْمِيكَانِيكِيِّ وَضَابِطِ نَبْضَاتِ الْقَلْبِ . وَتُقَدَّمُ هَذِهِ الْأَجْهَزَةُ الرَّائِدَةُ وَغَيْرُهَا أَمَلًا غَيْرَ مَسْبُوقٍ لِحَيَاةٍ أَطْوَلَ وَأَصَحَّ . وَسَتُعْرَضُ الصَّفَحَاتُ التَّالِيَةُ بَعْضُهَا .

تَسْتَخْدِمُ الْأَجْهَزَةُ الطَّبِيبِيَّةُ أَحَدَتِ التَّقْنِيَّاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ وَالتَّوَوِيَّةِ وَالبَصْرِيَّةِ لِتُسَاعِدَ الْعَامِلِينَ فِي مَجَالِ الصَّحَّةِ عَلَى تَطْوِيرِ تَحْسِينِ الصَّحَّةِ وَالتَّشْخِصِ وَمُحَارَبَةِ الْأَمْرَاضِ ، وَالتَّغَلُّبِ عَلَى الْعُيُوبِ الطَّبِيبِيَّةِ .



كَيْفَ تَعْمَلُ التَّرْمُومِتْرَاتُ الْفَوْرِيَّةُ؟

وَدَاخِلَ هَذَا الْمَعَالِجِ ، تُقَارَنُ الْقِرَاءَاتُ بِمُنْحَنَى تَقْدَمُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْمُخْزَنَ مُسَبِّقًا فِي ذَاكِرَةِ الْمَعَالِجِ . وَمِنْهَا يُقَدَّرُ التَّرْمُومِتْرُ بِسُرْعَةٍ مَا هِيَ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الْمُتَوَسِّطَةِ . وَرَغْمَ أَنَّ مِثْلَ هَذِهِ الْقِرَاءَةِ هِيَ مَجْرَدُ تَنْبُؤٍ ، وَلَكِنَّهَا تُحَدِّدُ بِدَقَّةٍ إِذَا كَانَتْ الْحُمَّى بَسِيطَةً أَمْ غَنِيْفَةً .

يَجِبُ أَنْ يُوضَعَ التَّرْمُومِتْرُ الزُّبْقِيُّ الزَّجَاجِيُّ تَحْتَ الْإِبْطِ أَوْ اللِّسَانِ لِمُدَّةِ ثَلَاثِ دَقَائِقٍ أَوْ أَكْثَرَ قَبْلَ أَنْ يُعْطَى قِرَاءَتُهُ فِي ٣٠ ثَانِيَةً أَوْ أَقَلَّ .

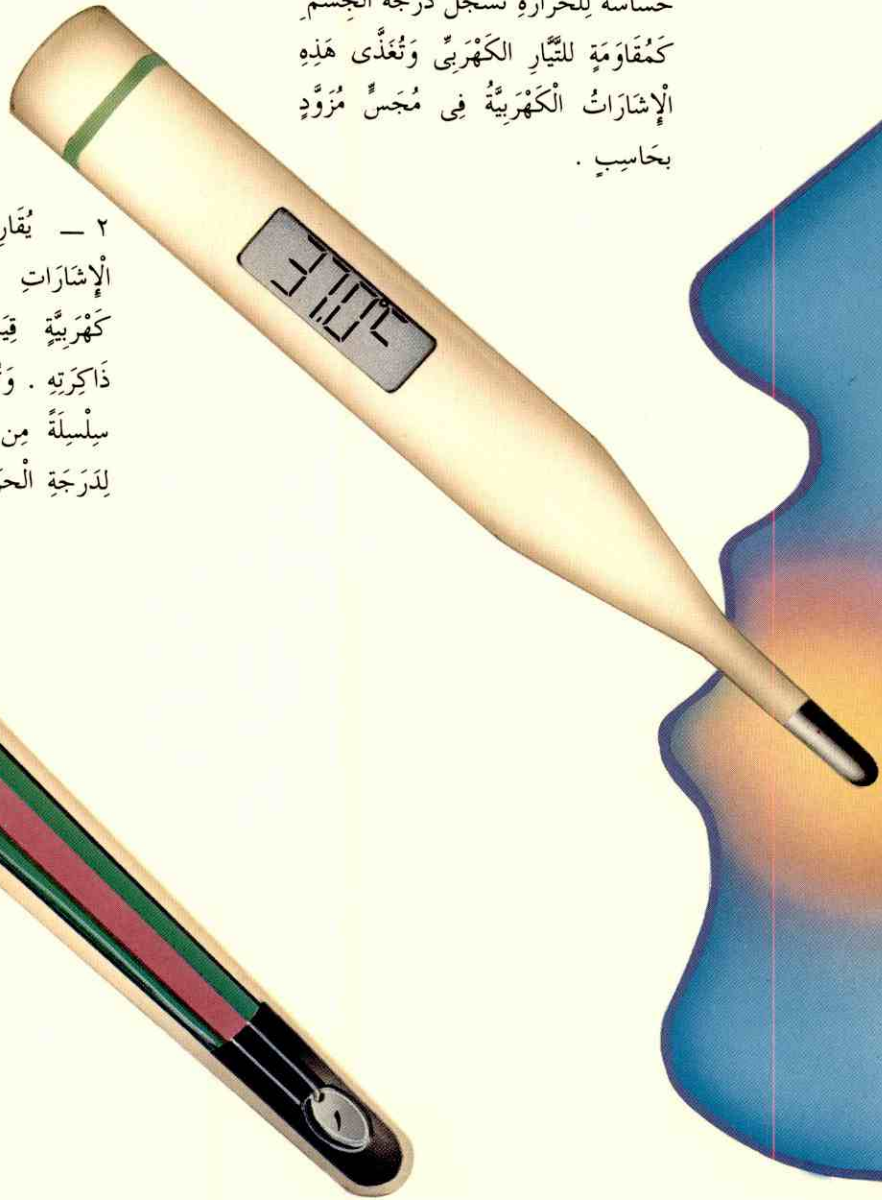
وَيُوجَدُ فِي طَرَفِ التَّرْمُومِتْرِ الْإِلِكْتُرُونِيِّ تَرْمِسْتُورٌ دَقِيقٌ ، وَهُوَ مُعَدَّةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ وَتُسَجَّلُ تَغْيِرَاتُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ عَنْ طَرِيقِ تَغْيِرَاتِ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُرْسَلُ هَذِهِ التَّغْيِرَاتُ إِلَى مُجَسِّ مُزَوَّدٍ بِحَاسِبٍ يُحَوِّلُهَا إِلَى قِرَاءَاتٍ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ثُمَّ يُوجَّهُهَا إِلَى الْمَعَالِجِ الدَّقِيقِ لِلتَّرْمُومِتْرِ .

١ — يُوجَدُ فِي طَرَفِ التَّرْمُومِتْرِ وَحْدَةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ تُسَجِّلُ دَرَجَةَ الْجِسْمِ كَمُقَاوِمَةٍ لِلتَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ وَتُعْطِي هَذِهِ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ فِي مُجَسِّ مُزَوَّدٍ بِحَاسِبٍ .

٢ — يُقَارَنُ الْمَجَسُّ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ بِقِرَاءَاتِ مُقَاوِمَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ قِيَاسِيَّةٍ مُخْزَنَةٍ فِي ذَاكِرَتِهِ . وَتُنْتِجُ هَذِهِ الْمُقَارَنَاتُ سِلْسِلَةً مِنَ الْقِرَاءَاتِ الْإِيْدَائِيَّةِ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .

كَيْفَ يَعْمَلُ التَّرْمِسْتُورُ

يَحْوِي التَّرْمِسْتُورُ — وَهُوَ وَحْدَةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ فِي طَرَفِ التَّرْمُومِتْرِ — عُنْصُرًا يُسَمَّى شِبْهَ مُوصِّلٍ . وَتَقِلُّ مُقَاوِمَتُهُ شِبْهَ الْمُوصِّلِ لِمُرُورِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ بِارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، وَهَكَذَا فَهِيَ تُسَجِّلُ تَغْيِرَاتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْإِلِكْتُرُونِيًّا .



الأجزاء الدّاخلية للترّمومتر

يحتوي الترمومتر الإلكتروني على ستة أجزاء رئيسية، مرقمة على الرسم التالي: ثرمستور حساس للحرارة (١)، ومجس مزود بحاسب (٢)، ومعالج دقيق (٣)، وشاشة إظهار رقمية (٤)، ومفتاح داخلي (٥)، وبطارية (٦). وهذه الصفحات تشرح عمل هذه الأجزاء.

موفر طاقة الترمومتر

يُطيل مفتاح داخلي عمر مصدر قدرة الترمومتر، وذلك بفضل القدرة التلقائية عندما يُعاد الترمومتر إلى جرابه أو إذا ترك دون استخدام لفترة معينة. وهكذا فإن بطارية الترمومتر الدقيقة يمكن أن تعمل لسنوات بفضل هذه المعدة الموفرة للطاقة.

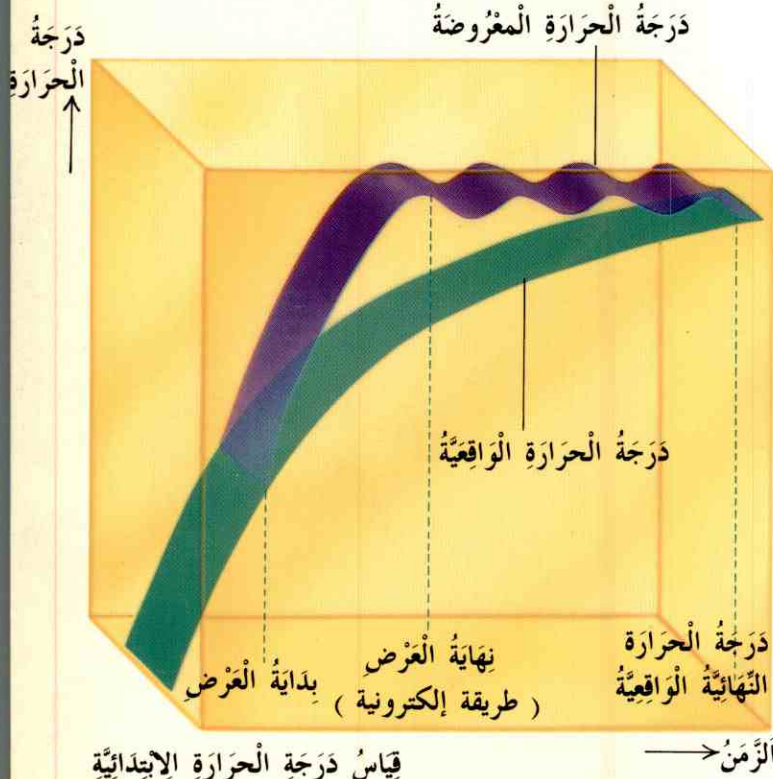
٤ — يظهر التنبؤ النهائي لدرجة الحرارة كأرقام على شاشة بلورية سائلة. وفي بعض الترمومترات الإلكترونية تظل القراءة مضبوطة حتى يُعاد إعداد الترمومتر.



٣ — المعالج الدقيق المتصل بالمجس يُحوّل قراءات درجة الحرارة إلى معادلة رياضية معقدة وتكون النتيجة تنبؤاً بدرجة الحرارة النهائية مبنياً على معدل تزايد القراءات الابتدائية خلال فترة زمنية معينة.

درجة الحرارة المتنبؤ بها

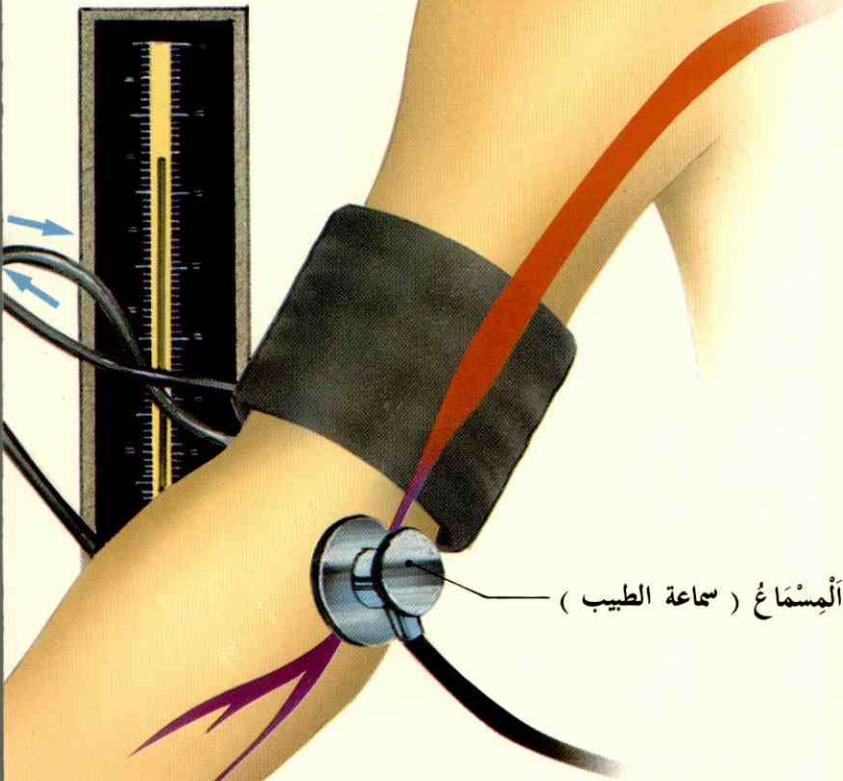
يستخدم الترمومتر الإلكتروني طريقاً مختصراً ليُبين قراءات درجة الحرارة في أقل من ٣٠ ثانية. ويُطبق المعالج الدقيق للترمومتر معادلات رياضية على مجموعة من القياسات الابتدائية ليُعرض منحنى ارتفاع درجة الحرارة (يسار، الشريط البنفسجي). ومن هذا المنحنى يتنبأ بدرجة الحرارة المتوسطة التي يُعلنها بطريقة إلكترونية. وتكون درجة الحرارة المعروضة أعلى قليلاً من القيمة الواقعية.



كَيْفَ يُقَاسُ ضَغْطُ الدَّمِ؟

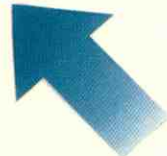
الْقَلْبُ مِصْحَةٌ حَيَّةٌ تُمَدُّ جَمِيعَ أَجْزَاءِ الْجَسْمِ بِالدَّمِ . وَضَغْطُ الدَّمِ هُوَ الْقُوَّةُ الَّتِي يَتَحَرَّكُ بِهَا الدَّمُ خِلَالَ الشَّرَائِينَ . وَالنَّهَائَةُ الْعُظْمَى لِلضَّغْطِ تُسَمَّى الضَّغْطُ الْإِنْقِبَاضِي ، وَتَتَوَافَقُ مَعَ انْقِبَاضَاتِ الْقَلْبِ الْمُنتَظِمَةِ الَّتِي تُدْفِعُ الدَّمَّ إِلَى الشَّرَائِينَ . وَالنَّهَائَةُ الصَّغْرَى لِلضَّغْطِ أَوْ الضَّغْطُ الْإِنْبِسَاطِي لِلدَّمِ يَحْدُثُ بَيْنَ ضَرْبَاتِ الْقَلْبِ عِنْدَمَا يَتَمَدَّدُ الْقَلْبُ لِيَمْلَأَ نَفْسَهُ بِكَمِّيَّةٍ جَدِيدَةٍ مِنَ الدَّمِ .

وَيُقَاسُ هَذَانِ الطَّوْرَانِ لِضَغْطِ دَمِ شَخْصٍ بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ يُسَمَّى الْمِضْغَاطُ (جِهَازُ قِيَاسِ ضَغْطِ الدَّمِ) .



الْمِسمَاعُ (سماعة الطبيب)

بَصَلَةُ الضَّغْطِ



مِقْيَاسُ الضَّغْطِ
شَرَيَانِ ابْتِدَائِي

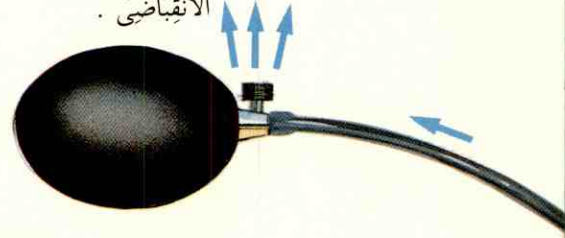
سَوَازٌ قَابِلٌ لِلانْتِفَاحِ

التَّحَكُّمُ فِي سَرَيَانِ الدَّمِ

لِقِيَاسِ ضَغْطِ الدَّمِ ، يَضْحُكُ الطَّبِيبُ أَوْ الْمُمْرِضَةُ هَوَاءً فِي سِوَارٍ قَابِلٍ لِلانْتِفَاحِ . يُلْفَ بِإِحْكَامٍ حَوْلَ الذَّرَاعِ (أَسْفَلَ) . وَهَذَا يُوقِفُ سَرَيَانَ الدَّمِ مُوقَّتًا إِلَى النِّصْفِ السُّفْلِيِّ مِنَ الذَّرَاعِ . وَعِنْدَمَا يُسَجَّلُ الْمِقْيَاسُ الرَّبْقِيُّ مِنْ ١٥٠ إِلَى ٢٠٠ مِلِّيْجَرَامٍ لِلضَّغْطِ (يَسَارَ) يُحَرَّرُ الْهَوَاءُ بِنُطْقٍ .

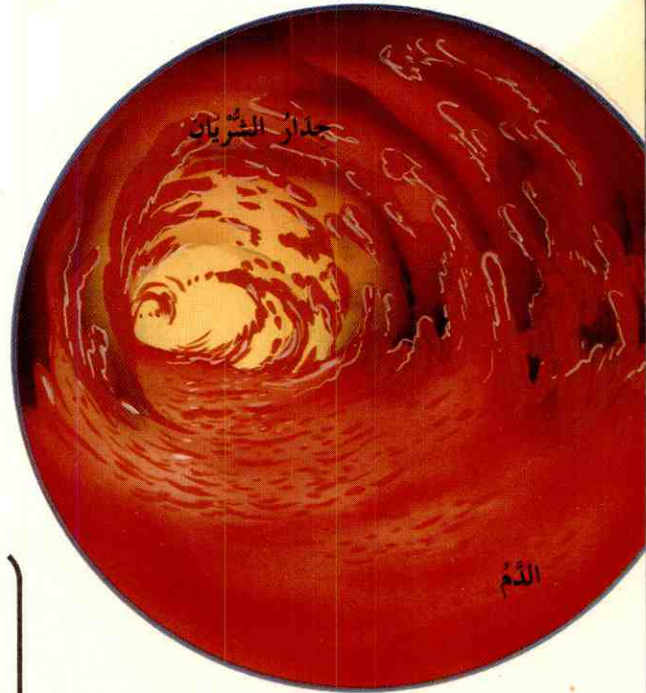
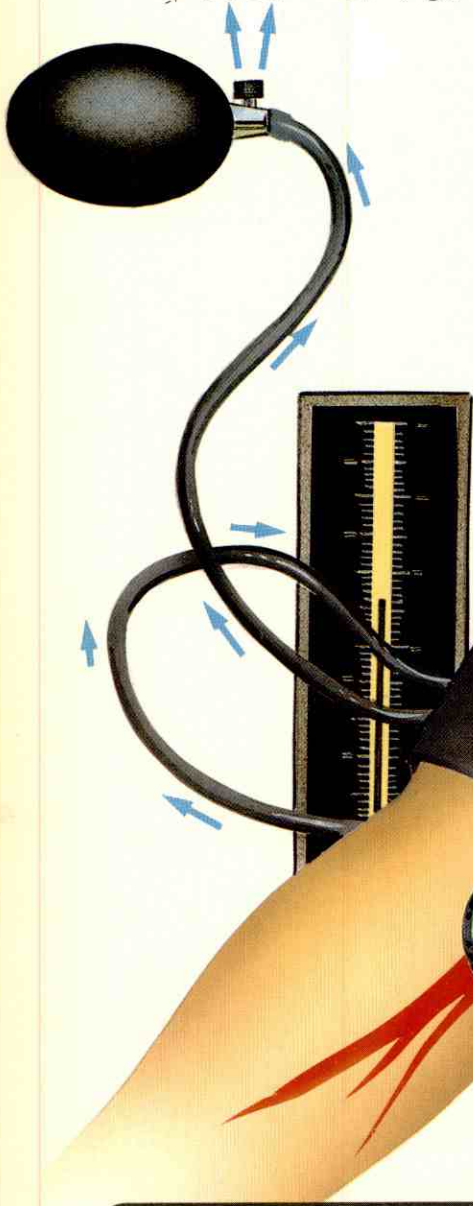
قياس الضغط الانقباضي

يُوضع مسماع فوق الشريان ، أثناء هبوط الضغط في السوار . وعندما يقل ضغط السوار إلى مستوى الضغط الشرياني ، فإنه يمكن سماع دقات نبضات الدم من خلال المسماع . وفي هذه اللحظة ، يُبين المقياس النهاية العظمى للضغط أو الضغط الانقباضي .



قياس الضغط الانبساطي

مع التفريغ المتواصل للهواء من السوار فإنه يسرى في الشريان دم أكثر ، ويتصنم صوت الدقات إلى طرقات عالية . وعندما يستقر الضغط في الشريان بين ضربات القلب ، يهدأ الصوت إلى تئمة . وعندما يتلاشى الصوت تكون قراءة مقياس الضغط دالة على الضغط الانبساطي (النهاية الصغرى) للدم .



جديد ومحسن

يحتوي مقياس الضغط الإلكتروني (يسار) على مستقبلات صوتية داخلية تلتقط أصوات كوروثكف قبل أن تكتشفها الأذن البشرية . وتنظم محركات دقيقة ضغط الهواء في السوار ، فتسهل استعمال المقياس .



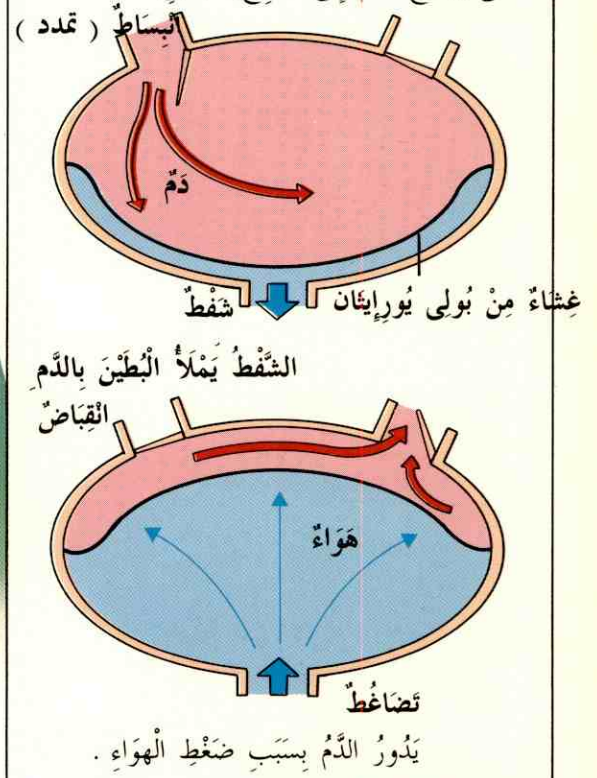
الصوت في المسماع

تحدث أصوات كوروثكف - وهي النقر البسيط الذي يُسمع في بداية تفريغ الهواء من السوار - بواسطة النبضات المنتظمة لجدران شريان (تظهر أعلى مكبرة في قطاع عرضي) . وترسل هذه النبضات الشريانية الدم من القلب إلى الأطراف .

مَا هُوَ الْقَلْبُ

إِحْدَاثُ نَبْضَةٍ اصْطِنَاعِيَّةٍ

كَمَا يَظْهَرُ أَسْفَلَ ، فَإِنَّ الْقَلْبَ الْإِصْطِنَاعِيَّ يُقْلِدُ طَوْرَ الرَّاحَةِ (الْمَسْمَى أَيْضًا الْإِنْسَاطِ) وَطَوْرَ الضَّغِّ (أَوْ الْإِنْقِبَاضِ) الْحَادِثَيْنِ فِي إِيقَاعِ الْقَلْبِ الطَّبِيعِيِّ . وَائْتِنَاءَ الْإِنْسَاطِ (الْعُلَى) ، يَقُومُ دَفَاعٌ خَارِجِيٌّ بِعَمَلِ شَفْطٍ يَجْذِبُ الْغِشَاءَ إِلَى أَسْفَلَ فَيَدْخُلُ الدَّمُ لِيَمَلَأَ الْبُطَيْنَ . وَائْتِنَاءَ الْإِنْقِبَاضِ (السُّفْلِ) يَدْفَعُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ الْغِشَاءَ إِلَى أَعْلَى لِيَضْحَكُ الدَّمُ إِلَى خَارِجِ الْبُطَيْنِ .



يُدَوِّرُ الْقَلْبُ الْإِصْطِنَاعِيَّ جَارْفِيكَ ٧
(عُلَى) الدَّمُ خِلَالَ الْجِسْمِ بِمُسَاعَدَةِ دَفَاعٍ
خَارِجِيٍّ لِلْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ . وَتَوْصُلُ خَرَاطِيمُ
الْهَوَاءِ الضَّغَاطِ إِلَى بُطَيْنِي الْقَلْبِ الْإِصْطِنَاعِيِّ عَبْرَ
الْقَفْصِ الصَّدْرِيِّ .

رُفْقَاءُ مُسَاعِدُونَ لِلْقَلْبِ

يُمْكِنُ عِلَاجُ اعْتِلَالِ الْقَلْبِ
بِاسْتِخْدَامِ أَحَدِ جِهَازَيْنِ (يَمِينِ)
يُودَيَانِ بِصِفَةِ مُوقْتَةٍ بَعْضُ وَظَائِفِ
الْقَلْبِ أَوْ كُلِّ وَظَائِفِهِ . فَالْقَلْبُ
الآلِيَّ الْمُسَاعِدَ (يَمِينِ) يَضْحَكُ الدَّمُ
لِفَتْرَاتٍ قَصِيرَةٍ إِلَى أَنْ يَتِمَّ شِفَاءُ
الْقَلْبِ الضَّعِيفِ . وَضَابِطُ النُّبْضَاتِ
(أَقْصَى يَمِينِ) يُوقِرُ نَبْضَاتِ
كَهْرَبِيَّةٍ تُنْظِمُ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ .



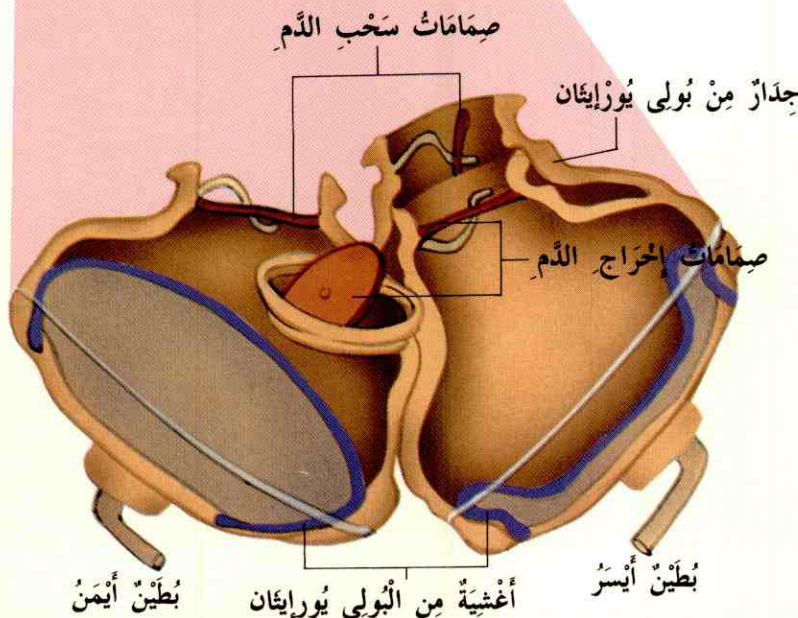
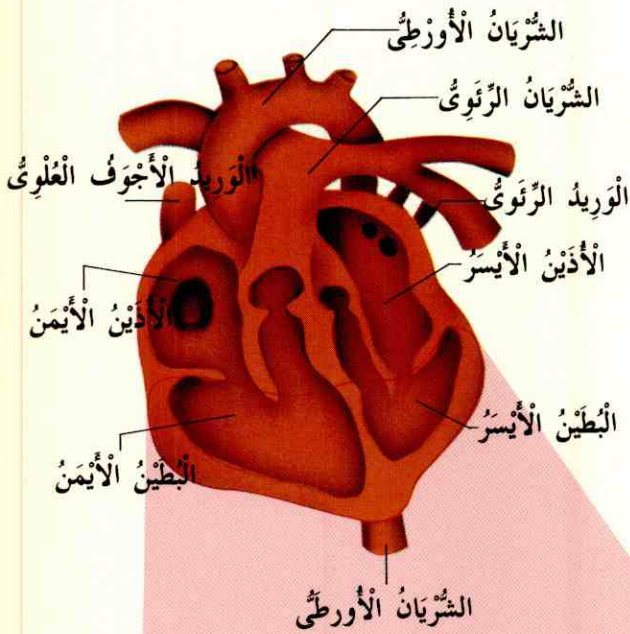
الآلِي (الاصطناعي) ؟

في ٢ ديسمبر عام ١٩٨٢ أُجْرِيَ الجَرَّاحُ وَيْلِيَامُ دِيفَرِيزُ أَوَّلَ زِرَاعَةٍ نَاجِحَةٍ لِقَلْبٍ آلِيٍّ فِي جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَسُمِّيَ هَذَا الْقَلْبُ جَارْفِيك - ٧ نِسْبَةً إِلَى الَّذِي اخْتَرَعَهُ ، وَهُوَ مَصْنُوعٌ مِنَ الْأَلُومُونِيُومِ وَالْبِلَاسْتِكِ وَيَحْتَوِي عَلَى حُجْرَتَيْنِ صَاحَتَيْنِ أَوْ بُطْنَيْنِ يَتِمُّ تَوْصِيلُهُمَا بِالْحُجْرَتَيْنِ الْعُلَوِيَّتَيْنِ (الْأُذَيْنَيْنِ) لِلْقَلْبِ الطَّبِيعِيِّ . ثُمَّ يُوصَلُ الْبُطْنَانِ بِدَوْرِهِمَا إِلَى دَفَاعٍ خَارِجِيٍّ يَسْتَحْدِمُ الْهَوَاءَ الْمَضْغُوطَ لِيَنْظِمَ حَرَكَةَ أَغْشِيَةِ الْبُطْنَيْنِ الْمَطَّاطِيَّةِ . وَيَدُورُ الدَّمُ بِوَاسِطَةِ الْإِيقَاعِ النَّاتِجِ الشَّيْبَةِ بِالنَّبْضَاتِ .

وَلَا يُشْبِهُ الْقَلْبُ الْآلِيَّ الْقَلْبَ الْحَقِيقِيَّ لِأَنَّهُ غَيْرُ عَضْوِيٍّ وَغَيْرُ سَهْلٍ الْإِسْتِحْدَامِ . وَلَكِنَّهُ فِي الْحَالَةِ الَّتِي ذَكَرْتُ أَعْلَى ، عَاشَ عَلَيْهِ الْمَرِيضُ - وَهُوَ طَيِّبُ الْأَسْنَانِ بَارْنِي فَرَانِك - مُدَّةَ ١٢ يَوْمًا .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْقَلْبُ الْبَشَرِيُّ ؟

يَسْرِي الدَّمُ إِلَى الْأُذَيْنِ الْأَيْمَنِ خِلَالَ الْوَرِيدِ الْأُجْوَفِ الْعُلَوِيِّ . وَعِنْدَمَا يَمْتَلِئُ الْأُذَيْنُ الْأَيْمَنُ بِالدَّمِ فَإِنَّهُ يَنْقَبِضُ وَيَدْفَعُ الدَّمَ إِلَى الْبُطْنِ الْأَيْمَنِ . وَيَضْحُكُ الْبُطْنُ الْأَيْمَنُ الدَّمَ إِلَى الرَّئْتَيْنِ خِلَالَ الشَّرْيَانِ الرَّئَوِيِّ حَيْثُ يَحْصُلُ عَلَى الْأُكْسِجِينِ وَيَعُودُ إِلَى الْأُذَيْنِ الْأَيْسَرِ بِوَاسِطَةِ الْوَرِيدِ الرَّئَوِيِّ . وَانْقِبَاضَاتُ الْأُذَيْنِ الْأَيْسَرِ تَدْفَعُ الدَّمَ إِلَى الْبُطْنِ الْأَيْسَرِ الَّذِي يَضْحُكُهُ خِلَالَ الشَّرْيَانِ الْأُورْطِيِّ إِلَى الْجِسْمِ .



دَفَاعُ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ

الْقَلْبُ الْإِصْطِنَاعِيُّ (يسار) لَهُ بُطْنَانِ آليَانِ ، كُلُّ مِنْهُمَا مُزَوَّدٌ بِصِمَامٍ سَحْبٍ وَصِمَامٍ إِخْرَاجٍ . وَتَسْتَمِدُّ الْأَغْشِيَةُ قُدْرَتَهَا مِنْ دَفَاعٍ (أعلى) يُحَاكِي الْحَرَكَةَ الصَّاحَّةَ لِلْقَلْبِ .

كَيْفَ يَعْمَلُ مَسَاحُ الرِّسْمِ الْمَقْطَعِيِّ الْمَحَوْرِيِّ الْمُرَوِّدِ بِالْحَاسِبِ (CAT) ؟

مَسَاحُ رَسْمِ مَحَوْرِي طَبَقِي
مُرَوِّدٌ بِالْكُمِّيُوتَرِ وَهُوَ يَعْمَلُ

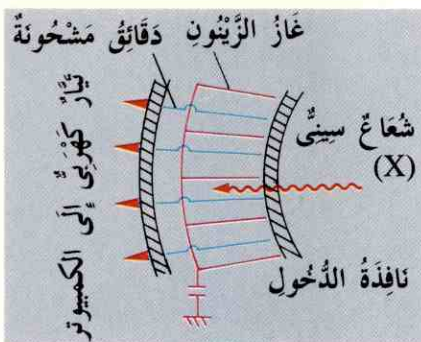
تُعْتَبَرُ الْأَشْعَةُ السَّيْنِيَّةُ أَدَاةً مَثَالِيَّةً لِتَشْخِصِ اعْتِلَالِ الْهَيْكَلِ الْعَظْمِيِّ
مِثْلَ كُسُورِ الْعِظَامِ ، لِأَنَّهَا تَسْتَطِيعُ اخْتِرَاقَ جِسْمِ الْإِنْسَانِ .
وَتُظْهِرُ الْأَعْضَاءَ الدَّاخِلِيَّةَ عَلَى هَيْئَةِ ظِلَالٍ بَاهِتَةٍ عِنْدَ تَصْوِيرِهَا
بِالْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ (X) . وَيَلْجَأُ الْأَطْبَاءُ إِلَى مَسَاحِ الرِّسْمِ الْمَقْطَعِيِّ
الْمَحَوْرِيِّ الْمُرَوِّدِ بِالْحَاسِبِ لِلْحُصُولِ عَلَى صُورٍ وَاضِحَةٍ لِهَذِهِ
الظَّلَالِ وَبِخَاصَّةِ الْعِضَلَاتِ وَالْمَخِّ وَالنَّسِجَةِ الْأَعْضَاءِ . وَيَسْتَعْمِلُ
الْمَسَاحُ كَاشِفَاتِ الْفُوتُونِ وَكُمِّيُوتَرِ لِلْحُصُولِ عَلَى صُورٍ مَقْطَعِيَّةٍ
أَوْ رَسْمٍ مَقْطَعِيٍّ لِدَاخِلِ الْجِسْمِ .

وَلِلْحُصُولِ عَلَى رَسْمٍ مَقْطَعِيٍّ ، يَضَعُ الْفَتِيُّونَ الْمَرِيضَ عَلَى مِنْضَدَةٍ
تَتَحَرَّكُ بِطُءٍ خِلَالَ الْمَسَاحِ CAT . وَتُصَوَّبُ الْأَنْيَابُ الدَّوَّارَةُ
الْأَشْعَةُ السَّيْنِيَّةُ نَحْوَ الْمَرِيضِ ، وَتُجْمَعُ بَيِّنَاتٌ عَنِ الطَّبَقَاتِ الْمُتَتَالِيَةِ
مِنَ الْجِسْمِ أَتْنَاءَ مُرُورِهَا بِهِ . وَتُجْمَعُ الْكَاشِفَاتُ الْمُقَابِلَةُ لِكُلِّ
أَنْبُوبِ أَشْعَةٍ سَيْنِيَّةٍ الْبَيِّنَاتُ وَتُحَوَّلُهَا إِلَى أَرْقَامٍ يَتِمَكَّنُ الْحَاسِبُ مِنْ
قِرَاءَتِهَا . وَيَجْمَعُ الْحَاسِبُ رَسْمًا مَقْطَعِيًّا مِنْ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ
الرَّقْمِيَّةِ .

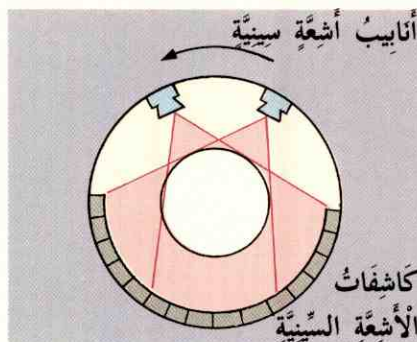
وَأَكْثَرُ مَسَاحَاتِ الرِّسْمِ الْمَقْطَعِيِّ الْمَحَوْرِيِّ تُقَدَّمَا تَسْتَعْمِلُ ٣٠٠
أَنْبُوبِ أَشْعَةٍ سَيْنِيَّةٍ لِتَأْسِرَ الـ ٩٠٠٠٠٠ شُعَاعٍ سَيْنِيٍّ الَّتِي تُكُونُ
صُورَةً وَاحِدَةً . وَالْعَمَلِيَّةُ بِأَكْمَلِهَا غَيْرُ مُؤَلِّمَةٍ وَتَسْتَعْرِقُ فَقْطً مِنْ
٢٠ دَقِيقَةً إِلَى سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ .

التَّقْنِيَّةُ وَرَاءَ الصُّورَةِ

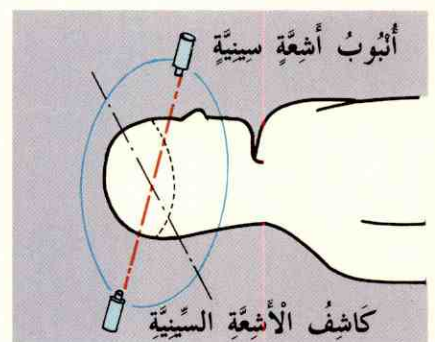
مَسَاحَاتُ CAT الْحَدِيثَةُ بِهَا الْعَدِيدُ



تَحْوِي بَعْضُ الْكَاشِفَاتِ غَارَ الرِّثْيُونِ .
وَعِنْدَمَا تُصَدِّمُ الْأَشْعَةُ السَّيْنِيَّةُ الْغَارَ يُنْتِجُ
دَقَائِقُ مَشْحُونَةٌ تُؤَلَّدُ تَبَارًا كَهْرَبِيًّا يُحَوَّلُهُ
الْحَاسِبُ إِلَى صُورَةٍ .



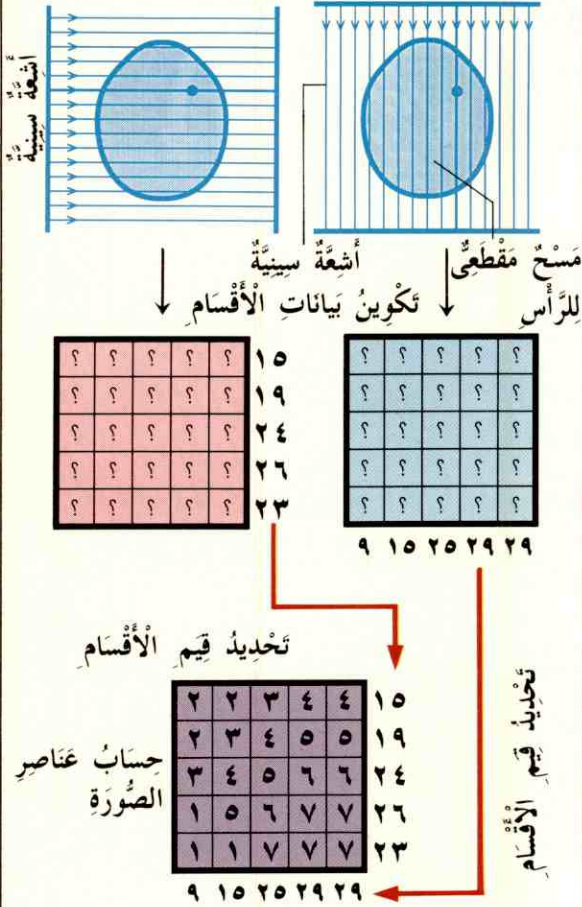
مِنَ الْأَنْيَابِ وَالْكَاشِفَاتِ . فَتُرْسَلُ
الْأَنْيَابُ أَشْعَةً سَيْنِيَّةً عَلَى شَكْلِ
مُرُوحَةٍ ، فَتُسَاعِدُ الْكَاشِفَاتِ عَلَى
جَمْعِ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْبَيِّنَاتِ .
وَتَتَكَوَّنُ الصُّورُ فِي ثَوَانٍ .



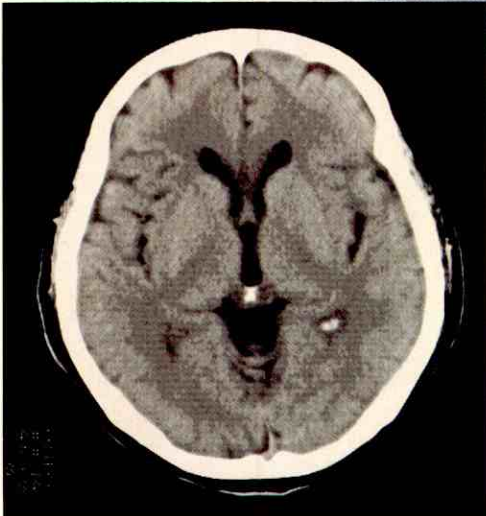
كَانَتْ الْمَسَاحَاتُ CAT الْأَوَّلِيَّةُ تُحْوِي أَنْبُوبَ
أَشْعَةٍ سَيْنِيَّةٍ وَاحِدَةً وَكَاشِفًا وَاحِدًا لِلْأَشْعَةِ
السَّيْنِيَّةِ . وَعِنْدَمَا كَانَ يُدَارُ الْجِهَازَانِ فِي تَرَاثُفٍ ،
كَانَ الْكُشَافُ يَجْمَعُ بَيِّنَاتِ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ مِنْ
الْأَنْبُوبِ .

تكوين رسم مقطعي

يُقسَّم الحاسب المساحة إلى أقسامٍ ليُحوَّل بيانات الأشعة السينية إلى صورةٍ مقطعيةٍ . ثمَّ يُحدَّد قيمة لكل قسمٍ تتوقف على شدة الأشعة السينية التي تصل إلى هذا القسم . وفي النهاية يُستخدمُ معادلات مُعدَّدة ليُحوَّل هذه القيم إلى عناصرِ الصورة .



تُبين هذه الصورة مقطعاً عرضياً في مخ الإنسان ،
وتمَّ الحصول عليها بواسطة مساح CAT .

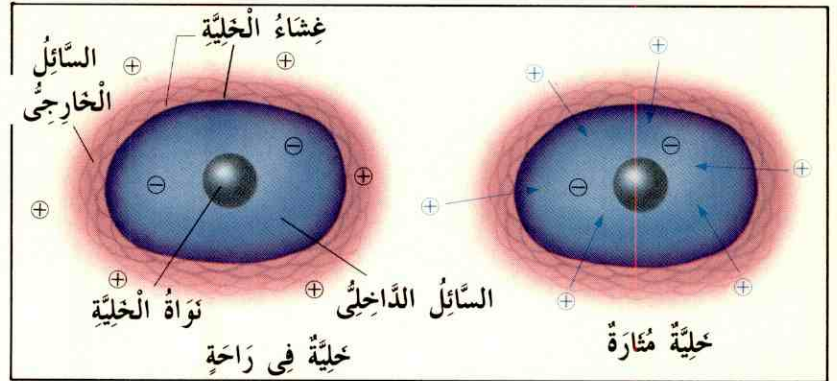


كاشف الأشعة السينية

إِثَارَةُ الْقَلْبِ لِيَعْمَلَ

لِلْقَلْبِ . وَائْتِئَاءَ الرَّاحَةِ (أَسْفَلَ
يَمِينِ) ، تُحْمَلُ أَغْشِيَةُ الْخَلَايَا
شِحْنَةً مُوجِبَةً لِأَنَّ السَّائِلَ الْمُحِيطَ
بِهَا يَحْوِي دَقَائِقَ مُوجِبَةً الشَّحْنَةِ
أَوْ أَيُونَاتٍ مُوجِبَةً .

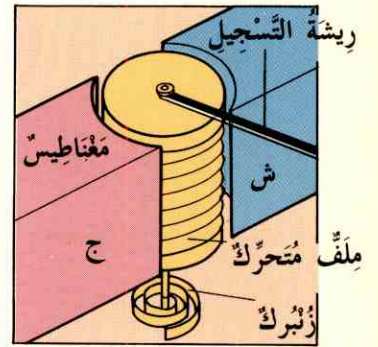
تُثَارُ إِيقَاعَاتُ الْقَلْبِ بِإِحْدَاثِ أَى
تَغْيِيرٍ فِي الشَّحْنَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ لِخَلَايَا
عَضَلَاتِ الْقَلْبِ ، فَتَنْتِجُ الْمَوْجَاتِ
الْمُمَيَّزَةَ لِلصُّورَةِ الْبَيَانِيَّةِ الْكَهْرَبِيَّةِ



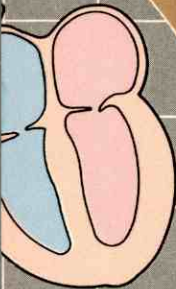
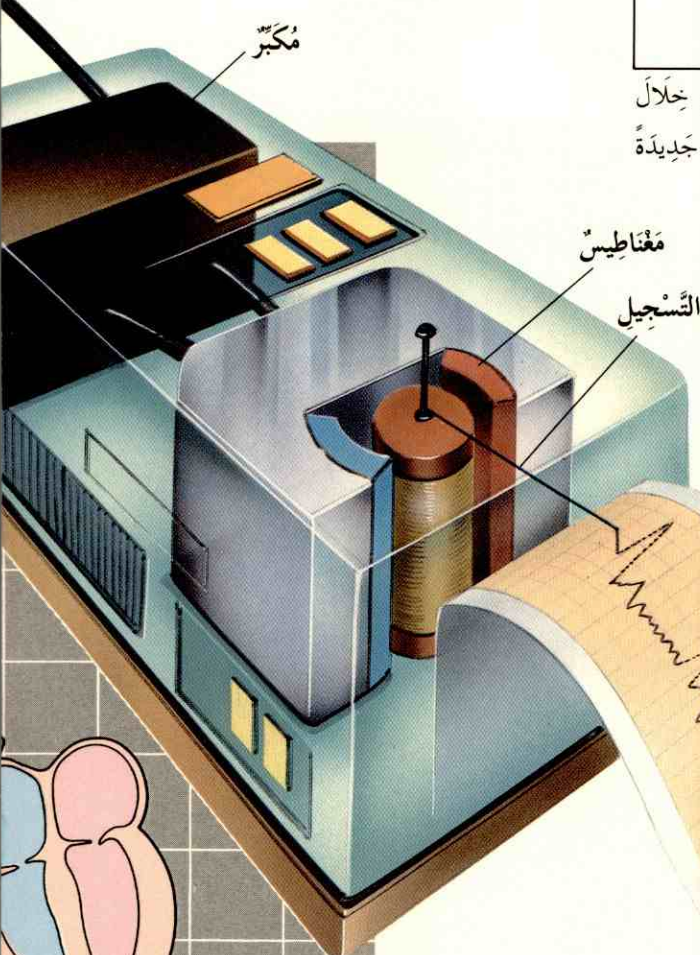
قَبْلَ كُلِّ خَفَقَةٍ قَلْبٍ مُبَاشَرَةً ، تُسَبِّبُ صَدْمَةً كَهْرَبِيَّةً صَغِيرَةً مُرَوِّرَ الْأَيُونَاتِ خِلَالَ
أَغْشِيَةِ الْخَلِيَّةِ (أَعْلَى يَسَارِ) . وَتُضْبَحُ الْأَغْشِيَةُ سَالِبَةً الشَّحْنَةِ وَتُثِيرُ دَبْدَبَةً جَدِيدَةً
لِلْقَلْبِ .

مِنَ الْقَلْبِ إِلَى الْوَرَقَةِ

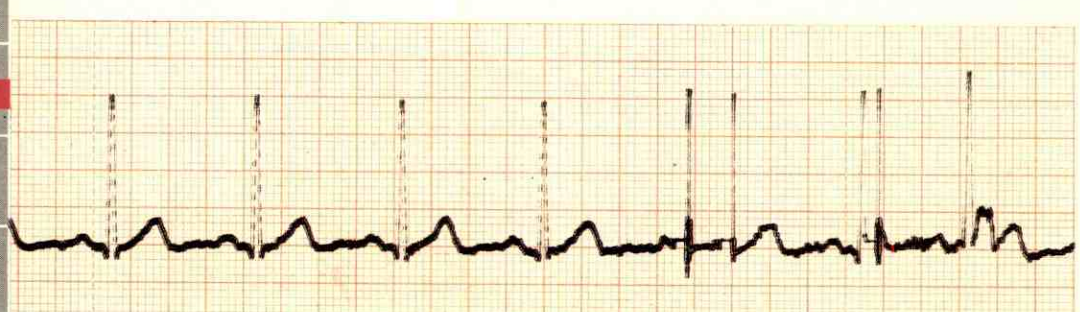
تَنْقُلُ الْأَقْطَابُ الْمُوصَلَةُ إِلَى
صَدْرِ الْمَرِيضِ التَّيَّارَاتِ
الْكَهْرَبِيَّةَ مِنَ الْقَلْبِ إِلَى مُكَبِّرِ
فِي جِهَازِ رَسَامِ الْقَلْبِ
الْكَهْرَبَائِيِّ . وَتُحَوَّلُ الْإِشَارَاتُ
الْمَكْبَرَةُ إِلَى مِلَفٍّ دَاخِلِ
مَغْنَاطِيْسٍ حَيْثُ تَتَفَاعَلُ مَعَ
الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ مُحْدِثَةً قُوَّةَ
تُحَرِّكُ رِيشَةَ التَّسْجِيلِ .



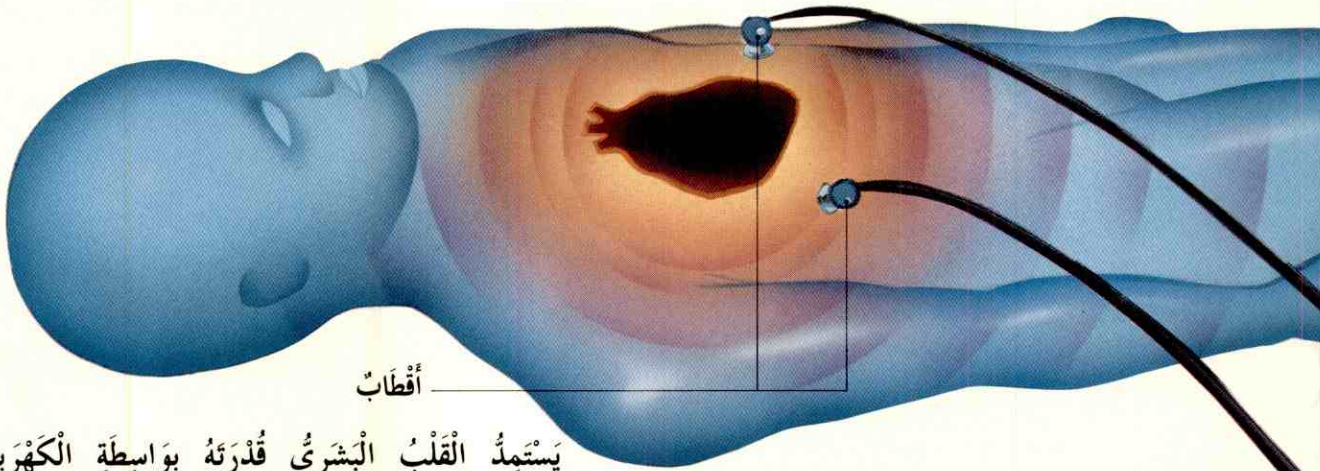
مَغْنَاطِيْسٍ
رِيشَةُ التَّسْجِيلِ



عِنْدَمَا يَرْتَجِي الْقَلْبُ
(يَبْسُطُ) اسْتِعْدَادًا
لِلدَّبْدَبَةِ الْمَوْجِيَّةِ
التَّالِيَةِ ، فَإِنَّ
مَوْجَاتِ الْطَيْفَةِ
تَمْسُحُ الْبُطَيْنَتَيْنِ .



جهاز راسم القلب (EKG) ؟



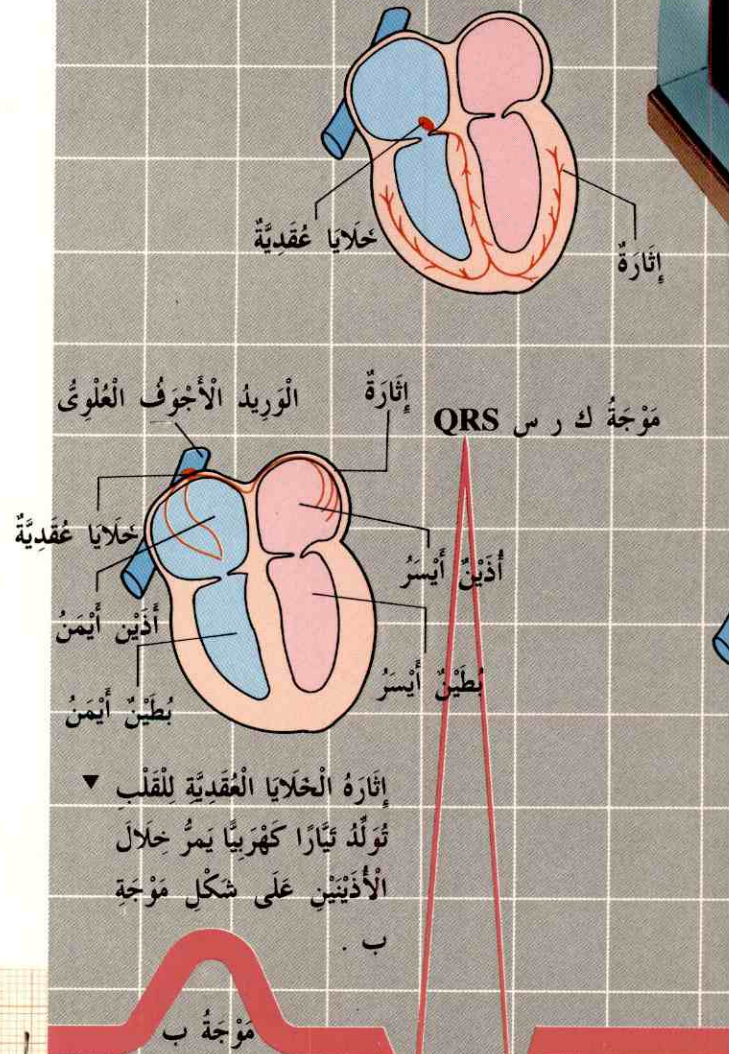
أقطاب

يَسْتَمِدُّ الْقَلْبُ الْبَشَرِيُّ قُدْرَتَهُ بِوَاسِطَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ . فَقَبْلَ حَدُوثِ كُلِّ حَفَقَةٍ قَلْبٍ ، تُوَلَّدُ خَلَايَا خَاصَّةٌ تُسَمَّى الْعُقَدُ وَمُضَاتٍ كَهْرَبِيَّةٌ دَقِيقَةٌ تُنْظِمُ مَسَارَ دَقَائِقِ مَشْهُونَةٍ عَلَى طُولِ أَلْيَافِ عَضَلَاتِ الْقَلْبِ . وَتُحْدِثُ هَذِهِ الْوَمْضَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ سِلْسِلَةَ الْإِنْتِقَاصَاتِ الْإِيقَاعِيَّةِ الَّتِي تُكَوِّنُ حَفَقَةَ قَلْبٍ وَاحِدَةً . وَعِنْدَمَا تَمُرُّ هَذِهِ الْوَمْضَةُ خِلَالَ الْقَلْبِ ، فَإِنَّ سُرْعَتَهَا وَشِدَّتَهَا تَتَرَدَّدَانِ مَعًا فِي شَكْلِ مُنْتَظِمٍ . وَقَدْ تُهَاجِرُ بَعْضُ الْوَمْضَاتِ إِلَى سَطْحِ الْجِسْمِ حَيْثُ يُمَكِّنُ مُشَاهَدَتَهَا بِجِهَازٍ يُسَمَّى رَسَامَ الْقَلْبِ الْكَهْرَبَائِيِّ . وَتُوصَّلُ أَقْطَابُ رَسَامِ الْقَلْبِ الْكَهْرَبَائِيِّ إِلَى صَدْرِ الْمَرِيضِ بِمَادَّةٍ هَوْلَامِيَّةٍ خَاصَّةٍ (أَعْلَى) . وَتُكْشِفُ الْأَقْطَابُ تَمَاوِجَاتِ تَيَّارِ الْقَلْبِ وَتُوجِّهُهَا إِلَى الرَّسَامِ (أَقْصَى يَسَارَ) الَّذِي يُسَجِّلُ التَّغْيِرَاتِ كَأَشْكَالٍ مُوجِيَّةٍ عَلَى شَرِيطٍ مُتَحَرِّكِ مِنَ الْوَرَقِ . وَتُسَمَّى هَذِهِ الْأَشْكَالُ الصُّورَةُ الْبَيَّانِيَّةُ الْكَهْرَبِيَّةُ لِلْقَلْبِ . فَإِذَا كَانَ الْمَرِيضُ سَلِيمًا ، فَإِنَّ هَذِهِ الصُّورَةَ تُكَوِّنُ عِبَارَةً عَنْ سِلْسِلَةِ مِنَ الْأَشْكَالِ الْمَوْجِيَّةِ الْمُتَكَرِّرَةِ . وَلَكِنَّ الْإِنْحِرَافَاتِ عَنْ هَذِهِ الْأَشْكَالِ تُشِيرُ إِلَى احْتِمَالِ اعْتِلَالِ الْقَلْبِ .

يَدُلُّ هَذَا الرَّسْمُ الْكَهْرَبَائِيُّ لِلْقَلْبِ عَلَى أَشْكَالِ مُوجِيَّةٍ لِقَلْبٍ سَلِيمٍ . فَمَوْجَاتُ ب (P) وَمَوْجَاتُ ك ر س (QRS) ، وَمَوْجَاتُ ت (T) تُوجَدُ كُلُّهَا فِي تَتَابُعٍ مُنْتَظِمٍ .



مَاذَا تُعْنِي هَذِهِ الْخُطُوطُ الْبَيَّانِيَّةُ ؟



إثارة الخلايا العُقْدِيَّة لِلْقَلْبِ

تُولَّدُ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَمُرُّ خِلَالَ الْأَذْنَيْنِ عَلَى شَكْلِ مُوجَةٍ ب .

أثناء انقباض القلب ، يَتَرَدَّدُ قِطَارُ مُوجَاتٍ عَالِي السَّرْعَةِ خِلَالَ الْبُطَيْنَيْنِ . وَيُظْهَرُ عَلَى الصُّورَةِ الْبَيَّانِيَّةِ لِلْقَلْبِ كَقِمَّةٍ مُدْبِيَّةٍ أَوْ مُوجَةٍ ك ر س مُعَقَّدَةٍ .

هَلْ تَسْتَطِيعُ الْمَنَظِيرُ اللَّيْفِيُّ أَنْ تَوْضِّحَ دَاخِلَ الْجِسْمِ؟

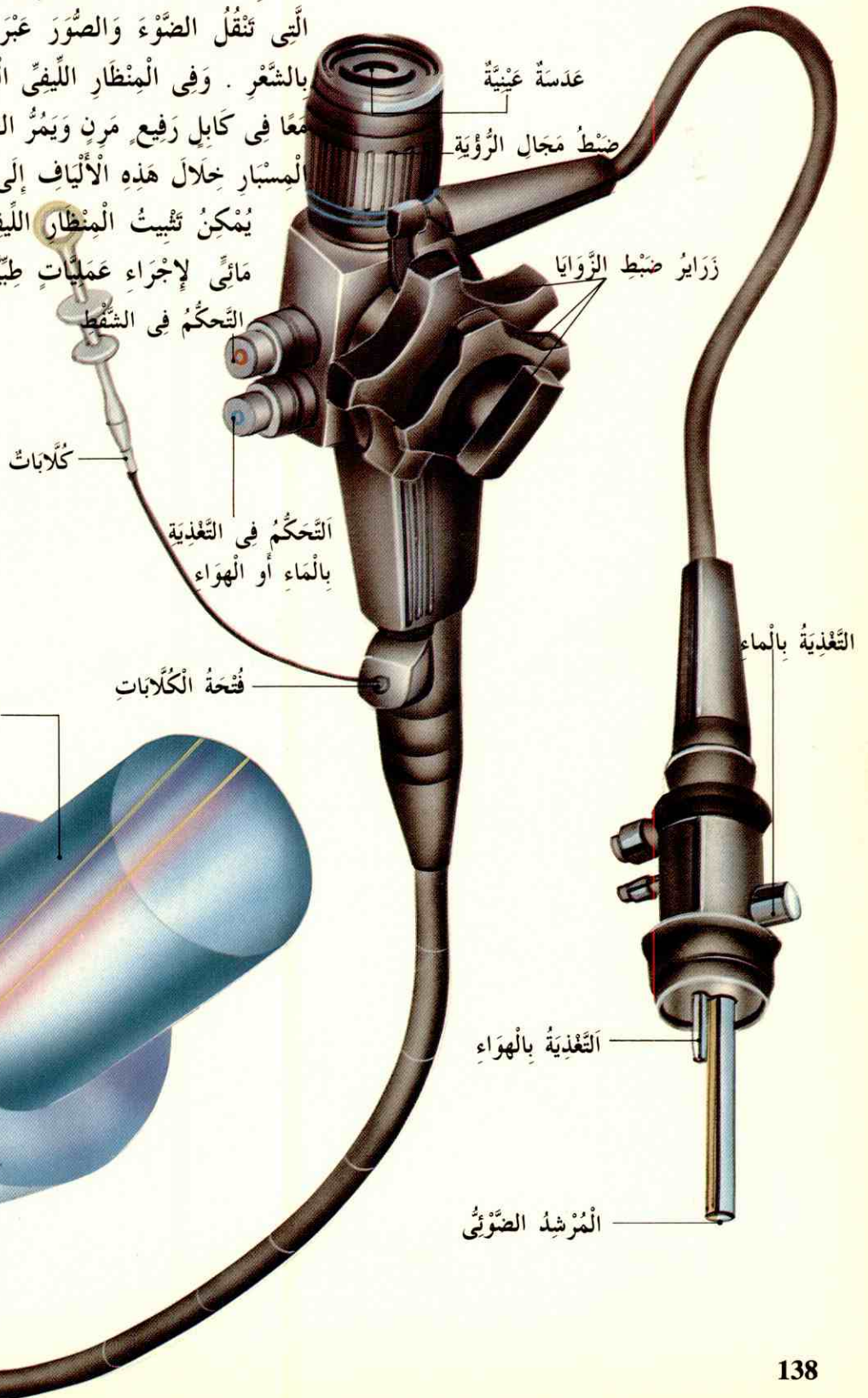
الْمَنْظَارُ اللَّيْفِيُّ هُوَ جِهَازٌ لِلرُّؤْيَةِ رَفِيعٌ تُعْبَأُ الشَّكْلُ يُتِيحُ لِلْأَطْبَاءِ رُؤْيَا دَاخِلَ أَعْضَاءِ جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَأَنْوَاعُهُ الْأَوَّلَى الْمَعْرُوفَةُ بِالْمَجْوَفَاتِ (إندوسكوب) كَانَتْ أَتَابِيْبُ صُلْبَةً لَهَا عَدْسَةٌ عَيْنِيَّةٌ عِنْدَ أَحَدِ طَرَفَيْهَا ،

وَعَدْسَةٌ شَيْئِيَّةٌ وَمَصْدَرُ إِضَاءَةٍ عِنْدَ الطَّرَفِ الْآخَرِ .

تَرْكِيبُ مَنْظَارٍ لَيْفِيٍّ

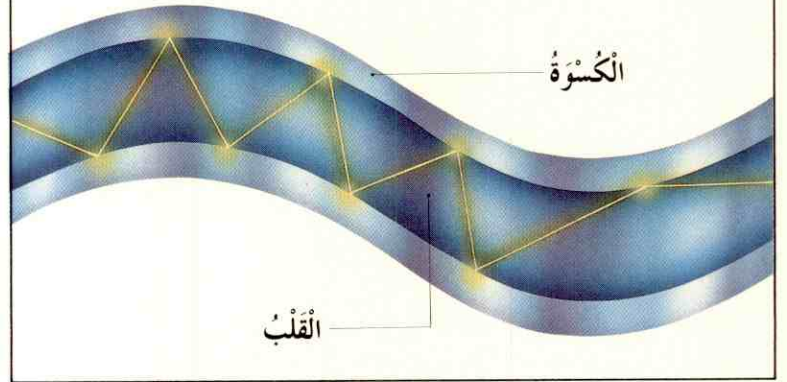
وَرَعْمَ أَنَّ الْمُهَنْدِسِينَ حَسَّنُوا تَدْرِيجِيًّا مَرُوءَةَ الْمَجْوَافِ ، إِلَّا أَنَّ الْقُدْرَةَ الْبَصَرِيَّةَ لِلآلَةِ ظَلَّتْ ضَعِيفَةً إِلَى أَنْ اخْتَرَعَتِ الْأَلْيَافُ الْبَصَرِيَّةُ ، وَهِيَ التَّقْنِيَّةُ الَّتِي تُنْقِلُ الضَّوْءَ وَالصُّورَ عَبْرَ أَلْيَافٍ مِنَ الرَّجَاجِ أَوْ الْبِلَاسْتِكِ شَبِيهَةٍ بِالشَّعْرِ . وَفِي الْمَنْظَارِ اللَّيْفِيِّ الْحَدِيثِ ، تُحْزَمُ آلَافٌ مِنْ هَذِهِ الشَّعِيرَاتِ مَعًا فِي كَابِلٍ رَفِيعٍ مَرِنٍ وَيَمُرُّ الضَّوْءُ الْمُنْبَعِثُ مِنْ مِصْبَاحٍ أَوْ لِيزَرٍ عِنْدَ نِهَائِيَةِ الْمِسْبَارِ خِلَالَ هَذِهِ الْأَلْيَافِ إِلَى كَامِيرَا فِيدْيُو أَوْ فُوتُوغَرَفِيَّةٍ دَقِيقَةٍ . كَمَا يُمَكِّنُ تَثْبِيتُ الْمَنْظَارِ اللَّيْفِيِّ بِوَاسِطَةِ كَلَابَاتٍ وَنَفْثٍ هَوَائِيٍّ وَنَفْثٍ مَائِيٍّ لِإِجْرَاءِ عَمَلِيَّاتٍ طَبِيبَةٍ صَغِيرَةٍ .

يَحْتَوِي الْمِسْبَارُ الْمَرِنُ لِهَذَا الْمَنْظَارِ اللَّيْفِيِّ عَلَى مُرْشِدٍ ضَوْئِيٍّ لِلرُّؤْيَةِ . وَتُسْتَخْدَمُ الْقَنَوَاتُ الْمَاءُ خِلَالَ الْمِسْبَارِ لِإِدْخَالِ أَوْ شَفْطِ السَّوَائِلِ أَوْ الْهَوَاءِ ، كَمَا أَنَّهَا تُمَسِكُ الْحَبْلَ الْمَتَّصِلَ بِالْكَلَابَاتِ الَّتِي قَدْ تَأْخُذُ بَعْضَ عَيِّنَاتِ الْأَنْسِجَةِ .



غلاف يحسن الرؤية

يُعْطَى كُلٌّ مِنَ الألياف البصرية بِغلافٍ خاصٍّ أو كُسوةٍ ، لِتَجْعَلَ
الْمِنْظَارَ اللَّيْفِيَّ يَحْمِلُ أَقْصَى عَدَدٍ مُمَكِّنٍ مِنَ الصُّوَرِ . وَتَعَكُّسُ الكُسوةِ
الضَّوئيةَ إِلَى قَلْبِ الألياف مَرَّةً أُخْرَى . وَهَذَا يَزِيدُ الضَّوئيةَ دَاخِلَ الأليافِ
وَيَحْتَفِظُ بِتَفَاصِيلِ الصُّورةِ فَلَا تُفْقَدُ أَثْنَاءَ مُرُورِهَا فِي ثَنِيَّاتِ الْمِسْبَارِ .



مِسْبَارٌ مَرْنٌ

كَابِلٌ

خُزْمَةُ ألياف



طَرَفُ مِسْبَارِ مِنْظَارٍ لَيْفِيٍّ .

اَلتَّقَطُ مِنْظَارٍ لَيْفِيٍّ هَذَا الْمَنْظَرَ لِطَائِنَةِ
بِوَاسِطَةِ مِنْظَارٍ لَيْفِيٍّ .

الْمَعِدَةِ .

لَمَاذَا تَظْهَرُ الْعِظَامُ فِي الصُّورِ بِالْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ؟



فِي عَامِ ١٨٩٥ اكْتَشَفَ الْفِيزِيَايِيُّ الْأَلْمَانِيُّ
وِيلْهَلْمُ رُونْتِجَنُ الْأَشْعَةَ السَّيْنِيَّةَ بِالصُّدْفَةِ
عِنْدَمَا تَرَكَ بَعْضَ الْوَاحِ التَّصْوِيرِ بِجَوَارِ
أَنْبُوبِ مَفْرَعَةٍ مُكْهَرَّبَةٍ فَأَصْبَحَتْ غَائِمَةً .

أَوَّلُ صُورَةٍ أُخِذَتْ بِالْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ فِي التَّارِيخِ أَظْهَرَتْ عِظَامَ يَدِ امْرَأَةٍ .
فَقَدْ وَجَدَ الْفِيزِيَايِيُّ الْأَلْمَانِيُّ وَيْلْهَلْمُ رُونْتِجَنُ (يَسَار) أَنَّهُ بَوْضَعُ يَدِ
زَوْجَتِهِ بَيْنَ مَصْدَرِ لِلْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ وَلَوْحِ فُوتُوغْرَافِيٍّ ، يَسْتَطِيعُ الْحُصُولُ
عَلَى صُورَةٍ لِلْعِظَامِ الَّتِي بَدَاخِلِ الْيَدِ . وَلَكِنْ لَمْ تَكُنْ تَظْهَرُ بَاقِي
الْمُكَوِّنَاتِ لِتَرْكِيبِ الْيَدِ مِثْلَ الْعَصَلَاتِ . وَتَكْشِفُ الصُّورَةُ بِالْأَشْعَةِ
السَّيْنِيَّةِ تَرْكِيبَ الْعِظَامِ لِأَنَّ الْأَشْعَةَ السَّيْنِيَّةَ تَسْتَجِيبُ بِطَرِيقٍ مُخْتَلِفَةٍ
لِلْمَوَادِّ ذَاتِ الْكُنَافَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ . فَالْمَادَّةُ الْكَثِيفَةُ مِثْلَ الْعِظَامِ تَمْتَصُّ
مُعْظَمَ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ الَّتِي تَصْدُمُهَا ، فَلَا تُؤَثِّرُ الْأَشْعَةُ عَلَى الْفِيلِمِ .
فَتَظْهَرُ هَذِهِ الْمَنَاطِقُ كَصُورٍ بَيَضَاءٍ عَلَى الصُّورَةِ بِالْأَشْعَةِ . أَمَّا الْأَجْزَاءُ
الَّتِي تَظْهَرُ مِنْ رَمَادِيَّةٍ إِلَى سَوْدَاءٍ فَهِيَ الْمَنَاطِقُ الَّتِي تَأْتُرُ بِالْأَشْعَةِ
السَّيْنِيَّةِ الَّتِي مَرَّتْ إِلَى الْفِيلِمِ جُزْئِيًّا أَوْ كُلِّيًّا خِلَالِ الْمَوَادِّ الْخَفِيفَةِ مِثْلِ
الْأَنْسِجَةِ . وَتَتَرَكَّبُ أَجْهَزَةُ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ مِنْ أَنْبُوبِ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ
(أَسْفَلَ) وَوَحْدَةٍ لَوْضَعِ الْأَلْوَابِ الْفُوتُوغْرَافِيَّةِ . وَيَحْتَوِي غِطَاءُ
الْأَنْبُوبِ عَلَى نَافِذَةٍ تَنْفُذُ مِنْهَا حُزْمَةً رَفِيعَةً مِنَ الْأَشْعَةِ تَمُرُّ خِلَالِ الْجِسْمِ
الْمُرَادِ تَصْوِيرُهُ عَلَى الْفِيلِمِ بِالْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ .

دَاخِلَ أَنْبُوبِ أَشْعَةٍ سَيْنِيَّةٍ

أَنْبُوبُ زُجَاجِيَّةٌ

قُطْبُ مُوجِبٌ

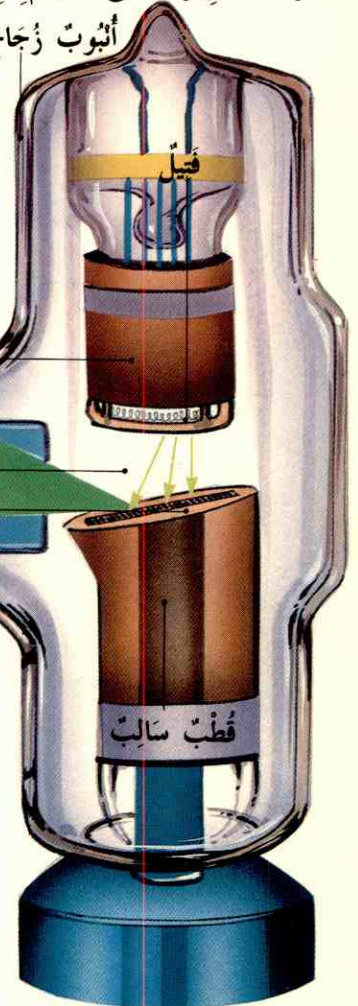
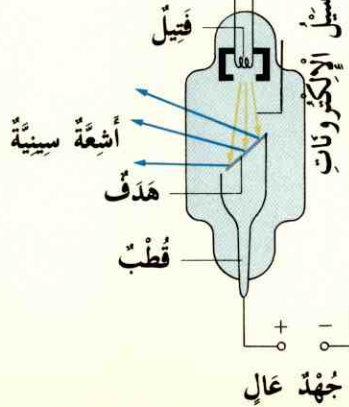
نَافِذَةُ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ

إِلِكْتُرُونَاتُ
هَدَفٍ مَعْدِنِيٍّ

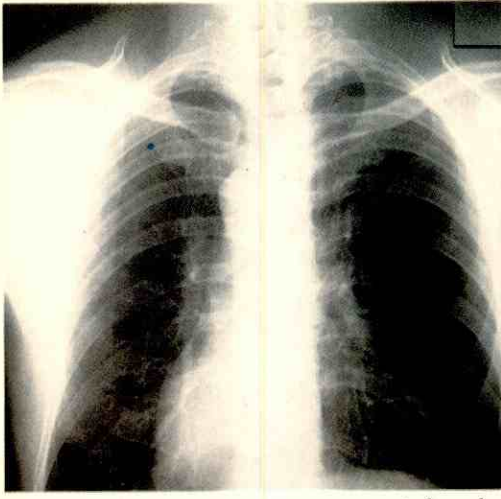
إِثْنَا جُ أَشْعَةٍ سَيْنِيَّةٍ

تَعْمَلُ أَنْبُوبُ الْأَشْعَةِ السَّيْنِيَّةِ عَلَى نَظَرِيَّةٍ
بَسِيطَةٍ : عِنْدَمَا تَصْطَلِمُ الْإِلِكْتُرُونَاتُ عَالِيَةَ
السَّرْعَةِ بِمَادَّةٍ مَا ، فَإِنَّهَا تُنْتِجُ أَشْعَةً سَيْنِيَّةً .
وَتَتَحَرَّرُ الْإِلِكْتُرُونَاتُ الْمَطْلُوبَةُ بِوَاسِطَةِ فِتِيلَةٍ
مُسَخَّنَةٍ دَاخِلِ أَنْبُوبِ مَفْرَعَةٍ مُكْهَرَّبَةٍ . وَتَتَوَجَّهُ
هَذِهِ الْإِلِكْتُرُونَاتُ إِلَى هَدَفٍ بِوَاسِطَةِ جُهْدٍ
عَالٍ يَمُرُّ مِنَ الْقُطْبِ الْمُوْجِبِ إِلَى الْقُطْبِ
السَّالِبِ ، فَتَنْتُجُ أَشْعَةً سَيْنِيَّةً عَنِ التَّصَادُمِ .

مَصْدَرُ الْقُدْرَةِ

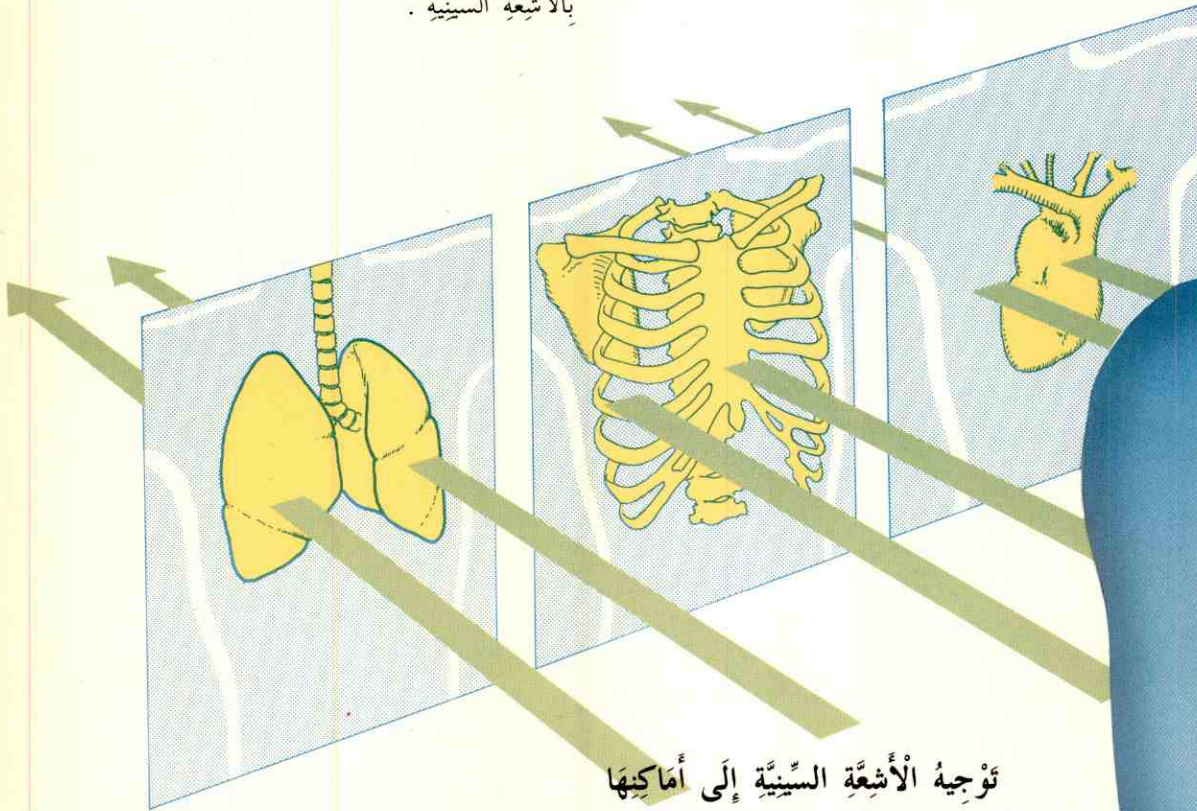


صُورَ ذَاتِ دَرَجَاتٍ

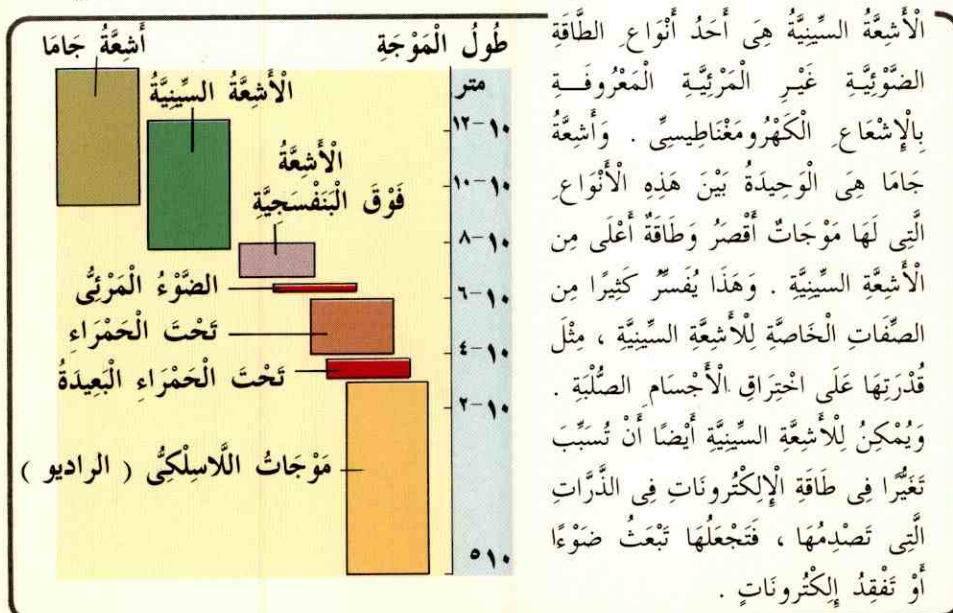


تَظْهَرُ الْعِظَامُ بِوُضُوحٍ فِي صُورَةِ الصَّدْرِ
بِالْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ .

تَتَوَقَّفُ سُهولةُ اخْتِرَاقِ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ لِجِسْمٍ عَلَى كَثَافَةِ هَذَا الْجِسْمِ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الصُّورَ بِالْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ تُسَجَّلُ دَرَجَةً اخْتِرَاقِ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ لِلْأَجْزَاءِ الْمُخْتَلِفَةِ مِنَ الْجِسْمِ . وَتَمْتَصُّ الْعِظَامُ مُعْظَمَ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ لِأَنَّهَا أَكْثَفُ مَادَّةٍ فِي الْجِسْمِ ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّهَا تُكَوِّنُ أَيْضَ الظَّلَالَ عَلَى فِيلْمِ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ . أَمَّا الْجِلْدُ وَالْعَصَلَاتُ وَأَعْضَاءُ كَثِيرَةٌ تَقْتَرِبُ كَثَافَتُهَا مِنْ كَثَافَةِ الْمَاءِ فَإِنَّهَا تَظْهَرُ كَأَثَارٍ ضَبَائِيَّةٍ ، أَمَّا الرَّئَتَانِ الْمَمْلُوءَتَانِ هَوَاءً فَإِنَّهُمَا تَسْمَحَانِ بِمُرُورِ مُعْظَمِ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ ، وَنَتِيجَةً لِدَٰلِكَ يَصْعُبُ تَمْيِيزُ حُدُودِهَا عَلَى الصُّورَةِ .

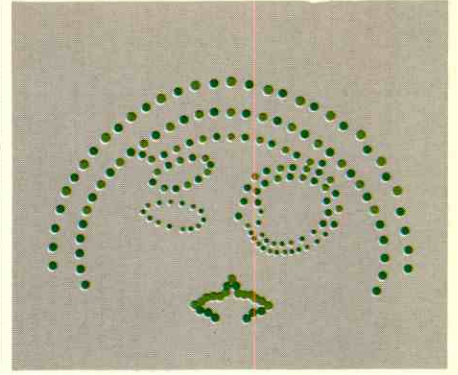
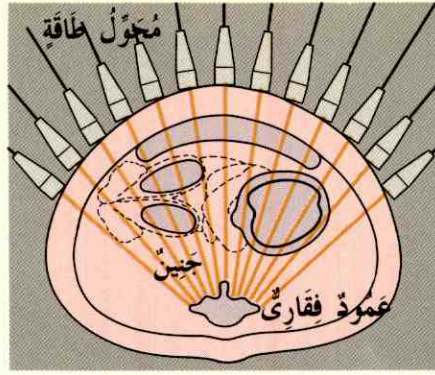


تُوجِيهِ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ إِلَى أَمَاكِئِهَا



نَظْرَةٌ جَانِبِيَّةٌ

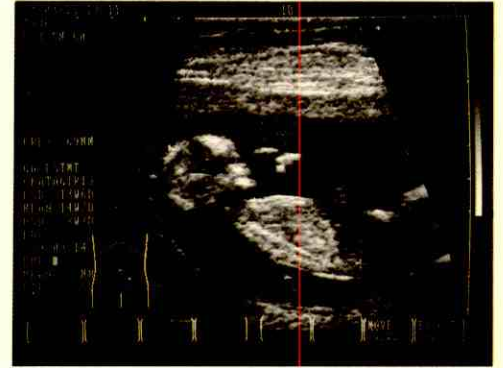
تُحْدِثُ الدَّفْعَاتُ الْقَوِيَّةُ الْقَصِيرَةُ مِنَ الْمَوْجَاتِ
فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ صُورًا مَقْطُوعِيَّةً لِجِسْمِ الْإِنْسَانِ .
وَالْيَسَارِ يَظْهَرُ مُحْوَلُ طَاقَةِ يُرْسِلُ نَبْضَاتٍ
فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ فِي رَحِمِ امْرَأَةٍ حَامِلٍ . وَالنَّبْضَاتُ
الَّتِي تَصْدُمُ الْجَنِينَ وَالْعُمُودَ الْفِقَارِيَّ تَرْتَدُّ
كَصَدَى . وَيُسَجَّلُ الْكُمْبُوتَرُ شِدَّةَ كُلِّ نَبْضَةٍ
وَزَمَنَ وَاتِّجَاهَ صَدَاهَا . وَيَحْسِبُ مِنْ هَذِهِ
الْبَيِّنَاتِ مَكَانَ وَعُمْقَ الْجِسْمِ الْمُحْدِثِ
لِلصَّدى ، ثُمَّ يُظْهِرُهَا عَلَى الشَّاشَةِ عَلَى شَكْلِ
نُقْطِ مُضِيئَةٍ (أَقْصَى يَمِين) .



يَتَحَرَّكُ مُحْوَلُ الطَّاقَةِ بَعْدَ كُلِّ نَبْضَةٍ .

يُظْهَرُ عَلَى الشَّاشَةِ الرَّأْسُ وَالْأَرْجُلُ .

تَحْوُلُ قَرَاءَاتِ الصَّدى فَوْقَ الصَّوْتِيَّ
إِلَى إِشَارَاتٍ إلكترونيَّةٍ يُكُونُ صُورَةً
فِيْدِيُو لِلْجَنِينِ (يَمِين) . وَالطَّاقَةُ
لِلْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ غَيْرَ ضَارَّةٍ —
عَكْسَ الْأَشِعَّةِ السَّيِّئَةِ — لِأَنَّهَا تُولَدُ
ذَبْذَبَاتٍ حَرَكِيَّةً غَيْرَ ضَارَّةٍ ، وَلِهَذَا
فَهِى تُعْتَبَرُ مِثَالِيَّةً لِلْمُرَاقَبَةِ قَبْلَ الْوِلَادَةِ .



تُكْشِفُ الْمَوْجَاتُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ
الْجَنِينَ فِي الرَّحِمِ .

إِسْتِخْدَامُ الصَّوْتِ لِلرُّوْيَةِ .

شاشة فيديو

لوحة تحكم

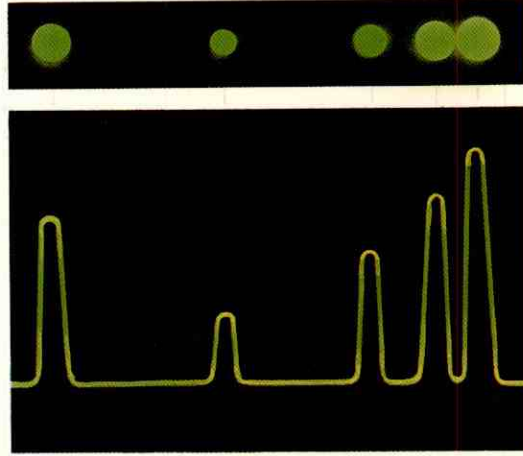
مَاسِخٌ فَوْقَ صَوْتِيٍّ مُجَهَّزٌ بِحَاسِبٍ آلِيٍّ .

الصُّورُ بِالْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ؟

يَبْعَثُ الْمَوْجَاتُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ وَيُحَوِّلُ صَدَاهَا إِلَى إِشَارَاتٍ إلكترونية . وَتُستَخدَمُ هَذِهِ التَّقْنِيَّةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ كَثِيرًا لِمُلاحَظَةِ الأَجْنَةِ أَثناءَ الحَمَلِ . وَأَحَدُ الأَجهِزَةِ الْمُتَحَصِّصَةِ الْمَعْرُوفِ بِمَسَاحِ إِزَاحَةِ دُونِلَرِ يُمكنُهُ حَتَّى مَراقِبَةَ قَلْبِ الجَينينِ . فَيُوجِّهُ الجِهازُ شُعاعًا فَوْقَ صَوْتِيٍّ عَلَى الرَّحِمِ ثُمَّ يَتَّبِعُ تَغْيِيرَاتِ التَّرْدُّدِ فِي الصَّدى عِنْدَمَا تَرْتَدُّ مَوْجَاتُ الصَّوتِ عَنِ القَلْبِ الخَافِقِ وَالذَّمِّ الْمُتَحَرِّكِ .

أَخِذْ نُبْضَاتٍ عَالِيَةِ التَّقْنِيَّةِ

يَرِصُّدُ مُحَوِّلُ الطَّاقَةِ دَقَّاتِ قَلْبِ الجَينينِ بِتَوَجُّهِهِ شُعاعًا فَوْقَ صَوْتِيٍّ نَحْوَ الجَينينِ . وَتُنْعَكِسُ الْمَوْجَاتُ عَلَى الجُزْئِيَّاتِ الْمُتَحَرِّكَِةِ فِي دَمِ الجَينينِ ، فَتُحْدِثُ إِزَاحَاتٍ فِي تَرْدُّدَاتِ صَدَى الْمَوْجَاتِ يُمكنُ قِيَاسُهَا وَيُترَجَّمُ حَاسِبٌ إِلَى هَذِهِ الإِزَاحَاتِ إِلَى دَقَّاتٍ لِلْقَلْبِ .



مُحوِّلُ طَاقَةٍ

شُعاعٌ فَوْقَ صَوْتِيٍّ

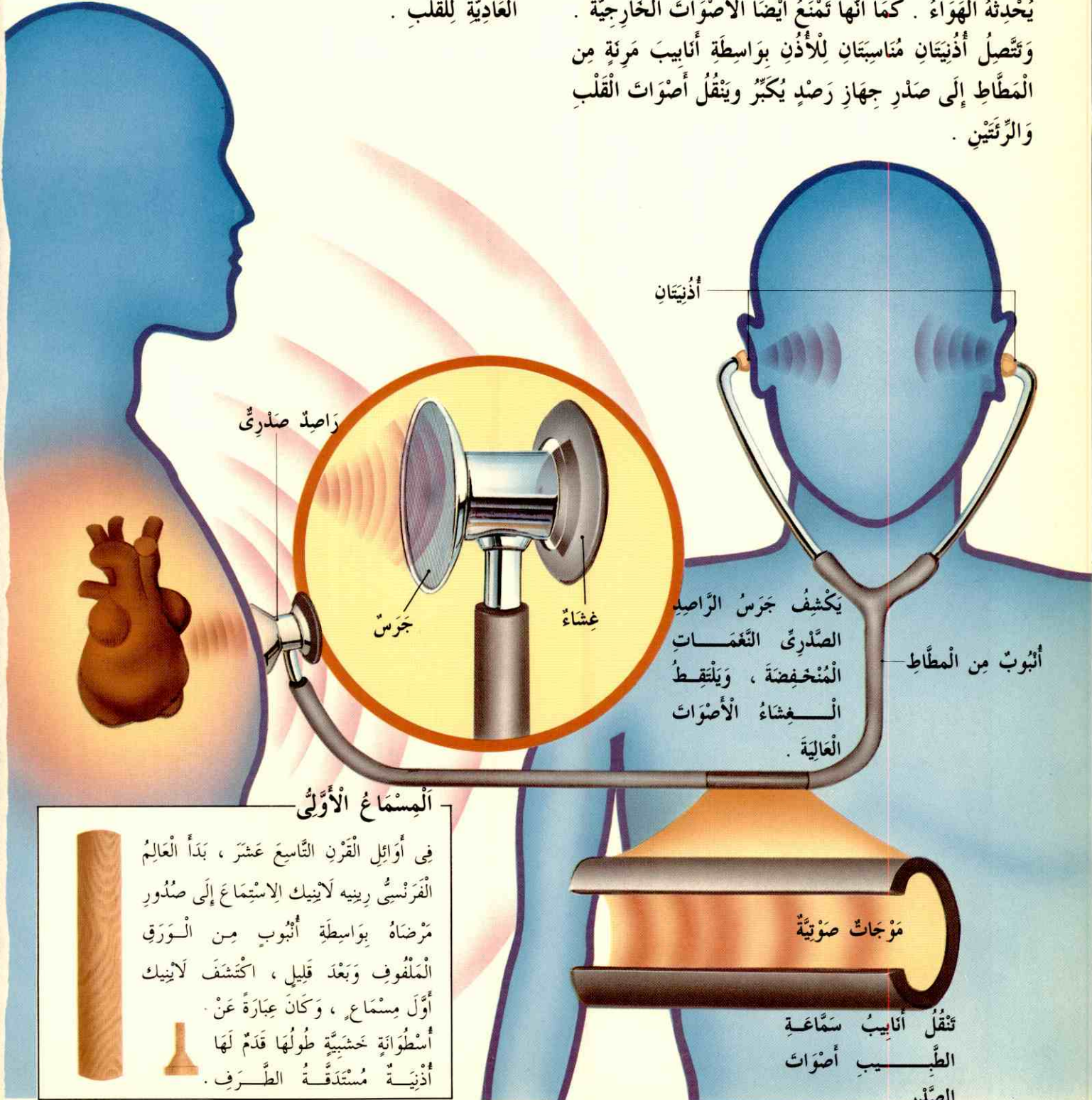
جَينينِ

الْعَمُودُ الْفَقَارِيُّ

لِمَاذَا تُعْتَبَرُ سَمَاعَةُ الطَّيِّبِ (الْمَسْمَاعُ) مُفِيدَةً؟

قَبْلَ احْتِرَاعِ سَمَاعَةِ الطَّيِّبِ عَامَ ١٨١٦ ، كَانَ الْأَطِبَّاءُ يَسْتَمِعُونَ إِلَى إِيقَاعَاتِ الْقَلْبِ بِوَاسِطَةِ ضَغْطِ آذَانِهِمْ عَلَى صَدْرِ الْمَرِيضِ . وَلَكِنَّ الْهَوَاءَ بَيْنَ الْأُذُنِ وَالصَّدْرِ كَانَ يُضَعِفُ الذَّكَاتِ الْخَافِتَةَ لِصِمَامَاتِ الْقَلْبِ عِنْدَمَا تُغْلَقُ ، لِذَا كَانَ الْفَحْصُ بِأَلِغِ الصُّعُوبَةِ وَغَيْرِ دَقِيقٍ . وَتَقَلُّلِ سَمَاعَةِ الطَّيِّبِ الْحَدِيثَةِ التَّشَوُّهُ الصَّوْتِي الَّذِي يُحْدِثُهُ الْهَوَاءُ . كَمَا أَنَّهَا تَمْنَعُ أَيْضًا الْأَصْوَاتَ الْخَارِجِيَّةَ . وَتَتَّصِلُ أُذُنَيْتَانِ مُنَاسِبَتَانِ لِلْأُذُنِ بِوَاسِطَةِ أَنْيَابٍ مَرْنَةٍ مِنَ الْمَطَّاطِ إِلَى صَدْرِ جِهَازِ رَصْدٍ يُكَبِّرُ وَيَنْقُلُ أَصْوَاتَ الْقَلْبِ وَالرُّتْنَيْنِ .

وَلِلرَّاصِدِ الصَّدْرِيِّ جَانِبَانِ عَادَةً ، أَحَدُهُمَا جَرَسٌ قَلِيلُ الْعُمُقِ ذُو إِطَارٍ مِنَ الْمَطَّاطِ يَلْتَقِطُ النَّعْمَاتِ مُنْخَفِضَةً التَّرْدُّدِ ، وَعَلَى الْجَانِبِ الْآخَرِ غِشَاءٌ يُشَبِّهُ الطَّبَقَ يَعْزِلُ الْأَصْوَاتَ عَالِيَةَ التَّرْدُّدِ . وَهَذَا التَّوَعُّدُ مِنَ الرَّاصِدِ يُسَاعِدُ الطَّيِّبَ عَلَى سَمَاعِ مَدَى عَرِيضٍ مِنَ الْأَصْوَاتِ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ سَمَاعَةَ الطَّيِّبِ أَدَاةً حَيَوِيَّةً لِتَشْخِصِ الْأَعْرَاضِ غَيْرِ الْعَادِيَةِ لِلْقَلْبِ .



الْمَسْمَاعُ الْأَوَّلِي

فِي أَوَائِلِ الْقَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ ، بَدَأَ الْعَالِمُ الْفَرَنْسِيُّ رَيْنِيه لَانِيكِ الْإِسْتِمَاعَ إِلَى صُدُورِ مَرْضَاهُ بِوَاسِطَةِ أَنْبُوبٍ مِنَ الْوَرَقِ الْمَلْفُوفِ وَبَعْدَ قَلِيلٍ ، اكْتَشَفَ لَانِيكِ أَوَّلَ مَسْمَاعٍ ، وَكَانَ عِبَارَةً عَنْ أُسْطُوَانَةٍ خَشَبِيَّةٍ طَوَّلُهَا قَدَمٌ لَهَا أُذُنِيَّةٌ مُسْتَدَقَّةُ الطَّرَفِ .

مَوَاجَاتُ صَوْتِيَّة

تُثْقَلُ أَنْيَابُ سَمَاعَةِ
الطَّيِّبِ أَصْوَاتَ
الصَّدْرِ .

معانى المصطلحات

Cam	(حَدْبَة) : قرص غير منتظم يجبر الجسم الملاصق له أن يتبع مسارًا مطابقًا متأرجحًا .	Accumulator	(مَرَكَم) : أداة لتخزين الموائع الساخنة قبيل تحويلها إلى بخار .
Capacitor	(مَكْتَفِ سَعْوَى) : أداة لجمع وتخزين الشحنات الكهربائية .	Aileron	(جَنِيح) : أسطح متحركة عند أحرف الأجنحة ، للتحكم في انعراج الطائرات أو الصواريخ .
Cathode	(مَهِيْط) : القطب الكهربى المشع للإلكترونات فى الأنابيب الإلكترونية .	Amplitude	(اتساع) : قيمة ذروة الموجة .
Cathode-ray tube (CRT)	(أنبوب أشعة المهبط) : أنبوب مفرغة قادرة على توليد شعاع مركز من سيال الإلكترونات المسماة أشعة المهبط .	Analog data	(بيانات قياسية) : المعلومات المتصلة الممثلة بموجة أو جهد كهربى .
Central processing unit (CPU)	(وحدة معالجة مركزية) : الجزء من الحاسب الآلى المسئول عن ترجمة وتنفيذ البرامج .	Analog/digital (A/D) converter	(محول قياسي (تناظرى) / رقمى) : أداة تقوم بتقسيم الإشارات القياسية إلى نبضات رقمية متتابعة .
Charge	(الشحنة) : مقدار محدد من الكهربائية سالب أو موجب ، ناتج عن زيادة أو نقصان عدد الإلكترونات فى الذرة .	Anode	(مصعد) : القطب الكهربى الذى يجذب الإلكترونات فى الأنابيب الإلكترونية .
Charge-couple device (CCD)	(أداة تقارن الشحنة) : دائرة من مادة شبه موصلة مجهزة بمجسات ضوئية تحول الصور إلى نبضات كهربية .	Antimony	(أنتيمون) : عنصر فلزى يستخدم عادة فى السبائك .
Circuit breaker	(قاطع الدائرة) : فاصل كهربى يقطع الدائرة الكهربائية تلقائيًا عند حدوث أى حالة طوارئ .	Anvil	(سندان) : الفك الثابت فى أداة القياس المسماة بالميكرومتر .
Clutch and gearbox	(القابض وصندوق التروس) : نظام يقوم بفصل وتوصيل المحرك : ويتحكم فى مقدار القدرة المستغلة .	Aperture	(الحديقة) : الثقب الذى يسمح بدخول الضوء فى آلة التصوير الضوئى .
Combustion chamber	(غرفة الحريق) : غرفة فى المحرك يحترق فيها مخلوط الوقود والهواء لتوليد القدرة المحركة .	Atom	(الذرة) : أصغر جسيم من العنصر والذى ما زال يحمل جميع الخواص الكيميائية لذلك العنصر .
Commutator	(عاكس تيار) : أداة لعكس اتجاه التيار الكهربى .	Attenuation	(توهين) : الاضمحلال التدريجى فى ذروة القمة لإشارة إلكترونية .
Compressor	(مضخة كايسة) : فى نظام التبريد الجزء المسئول عن ضغط المبرد فى حالته الغازية لرفع درجة حرارته .	Ballistic trajectory	(المسار القذفى) : المسار الذى يتبعه مقذوف حر .
Concave	(مقعر) : تجويف على شكل إناء .	Binary code	(شفرة ثنائية) : نظام عددى ثنائى ويستعمل رقمى الصفر والواحد فى تمثيل الأرقام .
		Bleeder valve	(صمام نزع) : فتحة لتفريغ صهريج أو أنبوب .
		Caliper	(قدمة) : أداة قياس تتكون من فكين محكومين .

Diode	(صمام ثنائي) : أداة تسمح بمرور التيار الكهربى فى الدوائر فى اتجاه واحد فقط .	Condensation	(تكاثف) : عملية تحويل الغاز إلى سائل أو صلب .
Electrode	(قطب كهبرى) : موصل كهبرى يمكنه بث أو سحب التيار الكهربى من وسط غير فلزى .	Condenser	(المكثف) : فى البصريات العدسة المجمعة للضوء ؛ فى نظام التبريد ، الجزء المسئول عن إفلات الحرارة وتحويل الغاز إلى سائل .
Electrodermal	(كهرباء جلدية) : ماله علاقة بالخواص الكهربية للجلد .	Conductivity	(التوصيل) : المقدرة على نقل التيار الكهربى .
Electromotive force	(قوة دافعة كهربية) : القوة المسببة لانتقال الكهرباء خلال الدائرة على شكل تيار كهبرى ، وتقدر بوحدة الفولت .	Conduit	(أنبوب عازل) : أنبوب أو ماسورة .
Electron	(إلكترون) : جسيم أولى يحوم حول النواة الذرية ، ويحمل شحنة كهربية سالبة .	Contact	(تلامس) : وصلة موصلة للكهرباء لنقل التيار الكهربى .
Electron tube	(أنبوب إلكترونى) : أداة عبارة عن انتفاخ مغلق بإحكام ، به زوج من الأقطاب الكهربية ، تندفع بينهما إلكترونات خلال غاز أو فراغ .	Covex	(محدب) : جزء على شكل السطح الخارجى لكرة .
Emulsion	(مستحلب) : خليط من مادة حساسة للضوء ومادة هلامية ينشر كطبقة رقيقة على أسطح ألواح أو شرائط التصوير .	Core	(لب أو قلب) : الجزء الأوسط للمغناطيس الكهربى والمصنع من مادة فرومغناطيسية .
Escapement	(المفوت) : أداة تستعمل فى الساعات الآلية للتحكم فى سرعة العجلات وذلك بالسماح لسنون العجلة المسننة للانفلات من الشاكوش على فترات منتظمة . الشاكوش والمفوت أنواع من السقاطات .	Deadweight valve	(صمام الحمل الساكن) : فتحة فى وعاء الطبخ بالضغط ، معاقة بواسطة حمل ساكن يرتفع ذاتياً بواسطة ضغط البخار .
Evaporation	(تصعيد أو تبخير) : العملية المسئولة عن تحويل السائل أو الصلب إلى بخار أو غاز .	Deflection Coil	(ملف انحراف) : ملف كهبرى يسرى فيه التيار الكهربى مولداً مجالاً مغناطيسياً يتحكم فى مسار الشعاع الإلكتروني فى أنبوب المرناة (التلفاز) .
Ferromagnetic material	(مادة فرومغناطيسية) : أى مادة يمكن إكسابها مغناطيسية ، مثل الحديد .	Diaphragm	(حاجز) : غشاء رقيق أو قرص يجزئ أو يحد من تجويف ، يمكنه الاهتزاز تحت فعل مؤثر مثل الصوت .
		Diastole	(انبساط) : الإيقاع الطبيعى لتمدد القلب لكى تملئ حجيرات القلب بالدم .
		Digital data	(بيانات رقمية) : المعلومات التى يمكن تمثيلها بمجموعة متدرجة من القيم المحددة بدقة .

Gutta-percha : (جيتا بركا) : مادة راتنجية تشبه المطاط ، ذات أصل نباتي .

Gyroaccelerometer : (مقياس التسارع الدوار) : أداة تزن بواسطة جيروسكوب ، لتعين سرعة الطائرات .

Gyrocompass : (بوصلة دوارة) : بوصلة ملاحية ، تتكون أساساً من بوصلة دوارة عديدة الارتكاز — جيروسكوب — وتحدد دائماً اتجاه الشمال الجغرافي .

Gyropilot : (الطيار الآلي) : أداة تحكم إلكترونية ، تحدد اتجاه الطيران .

Gyroscope : (بوصلة دوارة عديدة الارتكاز — جيروسكوب) : أداة تدور في جميع الاتجاهات لتحديد نفس الاتجاه المطلق في الفضاء ، بدون تأثرها بحركة المركبة .

Hertz "HZ" : (هرتز) : وحدة قياس التردد ، وتساوي ذبذبة واحدة في الثانية ، وتستخدم في قياس تردد الموجات الإذاعية . وأحد كيلو هرتز تعني ألف ذبذبة في الثانية .

Impeller : (دفاعة) : شفرة أو دوارة تستعمل لنقل الحركة .

Induction : (الحث) : العملية التي بواسطتها يقوم جسم ذو خواص كهربية أو مغناطيسية بإنتاج كهرباء أو مغناطيسية أو قوة دفاعة كهربية في جسم آخر غير ملاصق . ويطلق على التيار المتولد نتيجة لهذه العملية بالتيار الحثي .

Inertial guidance : (التوجيه القصري) : يحافظ الصاروخ المنطلق ذاتياً ، على مساره المبرمج مسبقاً .

Integral accelerometer : (مقياس التسارع التكاملي) : جهاز من مجموعة ثلاثية من مقاييس التسارع الدوارة لقياس التسارع في ثلاثة اتجاهات متعامدة لتحديد مسار المركبة .

Fiber optics : (ألياف بصرية) : ألياف دقيقة من الزجاج أو الراتنجيات ، تستخدم كأداة لنقل البيانات أو الصور عن طريق نبضات ضوئية تنعكس انعكاساً كلياً على طول الليف .

Filament : (فتيل) : سلك موصل للكهرباء يتوهج عند سريان التيار الكهربائي خلاله . ويقوم بعمل المهبط في الأنابيب الإلكترونية .

Fixer : (مثبت) : مركب كيميائي يقوم بالتثبيت الدائم للصور الضوئية الفوتوغرافية وذلك بالتخلص من المادة الفعالة للضوء الزائدة .

Flux : (فيض) : خطوط افتراضية تعبر عن اتجاه السيلال الحركي للتيارات الكهربية أو المغناطيسية .

Freon : (فريون) : الاسم التجاري لطائفة من الغازات والسوائل الفلوروكربونية ، والمستخدم أساساً في عمليات التبريد .

Frequency : (التردد) : عدد القمم الموجية التي تتخطى نقطة محددة في الثانية .

Frisket : (نشافة) : وشاح ورق يوضع داخل إطار مكبس الطباعة لمنع انتشار الحبر على الصفحة المطبوعة .

Fulcrum : (نقطة ارتكاز) : دعامة تدور حولها الذراع الرافعة .

Galley tray : (صينية الحروف) : لوح محدود يستعمل لرص حروف الطباعة .

Galvanometer : (جلفانومتر) : أداة تستخدم للكشف عن وجود وشدة التيار الكهربي .

Gamma ray : (أشعة جاما) : أكثر الموجات الكهرومغناطيسية طاقة ، وتتميز بأعلى تردد وأقصر طول موجي ، ومصدرها الأساسي الأنوية الذرية غير المستقرة .

Ground : (الأرضي) : الوصلة المستخدمة في توصيل الأجهزة الكهربية بالأرض أو بأي جسم موصل آخر .

Pallet	(شاكوش الساعة) : رافعة تسمح بحجز وتحرير عجلة التفويت في الساعة ، وبحول النبضات من المفوت إلى البندول أو ثقل الاتزان .	Integrated circuit (IC)	(دائرة متكاملة) : مجموعة كبيرة من الدوائر الإلكترونية الصغيرة مصنعة على دارة سيليكونية دقيقة واحدة .
Photodetector	(مجس ضوئي) : أداة ترسل إشارة كهربية عند تعرضها للضوء .	Interference	(التداخل) : خاصية ضوئية تصف الحالة الناشئة من زيادة أو اضمحلال في شدة الضوء عند تلاقى موجات الضوء .
Photodiode	(صمام ثنائي ضوئي) : أداة شبه موصلة يمكنها الإحساس بقياس الضوء وتحويله إلى نبضات كهربية .	Ion	(أيون) : لفظ يطلق على الذرة أو الجزيء بعد فقد أو اكتساب إلكترونات وكسب شحنة موجبة أو سالبة ، وبالمثل يطلق على الإلكترون الحر .
Photoelectric cell	(خلية كهروضوئية) : أداة يمكنها إنتاج أو تعديل التيار الكهربى كاستجابة للتعرض الضوئى .	Irradiation	(تشيع) : عملية تعريض جسم لإشعاع مثل الأشعة السينية ، أو طاقة مشعة مثل الحرارة أو الضوء .
Photoelectric tube	(أنبوب كهروضوئية) : أنبوب إلكترونى بمهبط حساس للضوء ، ويستعمل بديل للخلية الكهروضوئية .	Microchip	(دارة دقيقة) : دار من مادة شبه موصلة يبنى عليها مجموعة كبيرة من الدوائر الإلكترونية الدقيقة .
Photosensitive	(حساسية ضوئية) : يتأثر بالضوء أو أى إشعاعات مشابهة مثل الأشعة السينية .	Micron	(ميكرون) : وحدة قياس للأطوال وتساوى جزءاً واحداً من مليون جزء من المتر .
Piezoelectricity	(كهرباء إجهادية) : التيار الكهربى أو الاستقطاب الكهربى فى بعض أنواع البلورات عند تعرضها لضغط .	Microprocessor	(وحدة معالجة دقيقة) : وحدة معالجة بيانات مركزية كاملة مدججة فى دارة دقيقة واحدة .
Pinion	(ترس صغير) : ترس صغير مصمم ليتقارن مع ترس كبير .	Microscope	(مجهر) : جهاز ضوئى يستخدم مجموعة من العدسات والموجات الكهرومغناطيسية لتكوين صورة مكبرة للأجسام الدقيقة .
Piston	(مكبس) : قرص أو أسطوانة تتحرك نتيجة لضغط من مائع ، أو تحرك مائع داخل غلاف متوافق محكم .	Modem	(مُشكِّل) : أداة إلكترونية تستعمل فى عمليات الاتصال بين الحاسبات عن طريق الخط التليفونى أو وصلات الألياف الضوئية .
Pitch	(خطوة أو خطران) : المسافة الفاصلة بين سنون القلاووظ ، وهى أيضاً حركة مقدمة الطائرة إلى أعلى أو أسفل .	Molecule	(جزيء) : أصغر جزء من المادة ويحمل جميع مواصفاتها ، ويتكون من ذرة أو أكثر .
Pixel	(نقطة) : أى من آلاف العناصر المحددة الصغيرة المكونة للصورة على شاشة إظهار الحاسب أو التلفاز .	Optics	(بصريات) : العلم المهتم بخواص الضوء والمرئيات .
Pneumatic tube	(أنبوب هواء مضغوط) : أنبوب حاوٍ للهواء .		
Pole	(قطب) : أى من الزوجين المختلفين للأجسام الكهربائية أو المغناطيسية ، ويكون إما موجباً أو سالباً .		

Sprocket : (عجلة مسننة) : عجلة مسننة تعشق في سلسلة من الفتحات بأى جسم ، مثل الشريط السينمائي لتحريكه .

Stylus : (إبرة حاكى) : إبرة تستعمل لعمل حفر التسجيل على أقراص الحاكى ، وتستعمل أيضاً لاستعادة الصوت السابق تسجيله .

Synchronous motor : (محرك تزامن) : محرك كهربي تتناسب سرعة دورانه كلياً على تردد تيار المنبع الكهربي .

Systole : (انقباض) : الانقباض المنتظم الطبيعي للقلب ، مما يدفع بالدم إلى خارج حجراته .

Tailings : (نفايات الحبوب) : بقايا أغلفة الحبوب .

Thermal : (حرارى) : له علاقة بدرجات وكمية الحرارة .

Thermistor : (مقاومة حرارية) : مقاومة يمكنها التحكم في سريان التيار الكهربي تبعاً لدرجة الحرارة .

Thimble : (كستبان) : حلقة أو أنبوب متحركة .

Turbine : (تربيني) : آلة تحوى دوار به شفرات ، تدفع بواسطة مائع مثل الماء أو بخاره أو غاز .

Turbo pump : (مضخة تربينية) : مضخة تستخدم لتغذية محركات الصواريخ بالوقود .

Ultrasound : (صوتيات فوق سمعية) : موجات صوتية ذات ترددات تتخطى قدرة الإنسان على السمع ، أى أكثر من ٢٠ ألف هرتز .

Venturi tube : (أنبوب اختلاف الضغط) : أنبوب ضيقة في الوسط ونهاية واسعة ، تستعمل لقياس سرعة سريان الموائع ، وذلك بخلق فرق ضغط بين طرف الأنبوب .

Polyurethane : (عديد اليورثين) : مركب كيميائى مُصنَّع ويشبه المطاط .

Prism : (منشور) : جسم شفاف يستخدم لحرف شعاع ضوئى أو لتشتيته إلى مكوناته اللونية الأصلية .

Rack : (عمود مسنن) : عمود مسنن على أحد جوانبه ومقترن بترس صغير ليحول الحركة الخطية إلى حركة دوارة أو العكس .

Reed : (قصبة) : قطعة رقيقة من الصفيح أو المعدن تهتز عند اصطدامها بتيار من الهواء مصدرة لموجات صوتية .

Resistor : (مقاومة) : أداة تعترض مرور التيار الكهربي في الدوائر الإلكترونية .

Rotor : (دوار) : الجزء الدوار فى الآلة ، وغالباً يكون به ريش .

Rudder : (دفة) : سطح رأسى متصل بمؤخرة الطائرة أو السفينة يستخدم للتوجيه .

Semiconductor : (شبه موصل) : أى مادة تسمح بمرور التيار الكهربي عند درجات الحرارة المرتفعة ، وتعوقه فى درجات الحرارة المنخفضة .

Sensor : (مجس) : أى أداة تستعمل للاستدلال على أنواع مختلفة من التأثيرات ، مثل موجات الرادار أو الضوء أو الحركة أو التغيرات فى الحرارة ... الخ .

Shutter : (مُغلق) : أداة تستخدم لغلاق وفتح حدة آلة التصوير الضوئى بهدف تعريض الشريط الحساس للضوء .

Silicon : (سيليكون) : عنصر غير فلزى وشبه موصل ، وتصنع منه الدارات الدقيقة .

Silicone : (سيليكونى) : مركب كيميائى يصنع من عنصر السيليكون بالإضافة إلى واحد أو أكثر من المواد الأخرى .

Spindle : (عمود دوران) : عمود يدور .

- Vernier** : (ورنية) : مقياس فرعى متحرك على تدريج رئيسى ثابت ، لتحديد كسور من أجزاء المقياس الرئيسى .
- Virtual image** : (صورة تقديرية أو تخيلية) : الصورة المتكونة بواسطة عدسة أو مرآة .
- Voltage** : (الجهد) : القوة الدافعة المسببة لحركة الإلكترونات خلال الدوائر لتوليد التيار الكهربى ، وتقاس بوحدة الفولت .
- Watt** : (الوات) : مقياس للقدرة الكهربائية الناتجة من قيم محددة للتيار والجهد الكهربى .
- Wavelength** : (الطول الموجى) : المسافة الفاصلة بين قمتين متتاليتين لموجة .
- Wave train** : (رتل موجى) : زمرة متلازمة من الموجات المتأثلة على فترات متساوية .
- X-ray** : (أشعة سينية) : أشعة ذات طاقة عالية ، تنحصر فى مدى الأشعة الكهرومغناطيسية بين أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية .
- Yaw** : (انعطاف) : الحركة المضطربة لمقدمة ومؤخرة الطائرة بالتأرجح من جانب إلى الآخر .



دائرة معارف القرن الحادى والعشرين للعلوم والتكنولوجيا المتطورة والطبيعة

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ١ عصر الحاسب الألى (الكمبيوتر) | ٦ بنىة المادة |
| ٢ الفضاء والكواكب | ٧ وسائل النقل والمواصلات |
| ٣ القوى الفيزيائية | ٨ الجغرافيا |
| ٤ علم البيئة | ٩ حياة النبات |
| ٥ سلوك الحيوان | ١٠ الآلات والاختراعات |

الأستاذ أسامة عبد الكريم السكرى وكيل أول وزارة التربية والتعليم (سابقاً)
الأستاذ الدكتور حسن محمد عبد الشافى وكيل أول وزارة التربية والتعليم
الأستاذ عبد الجليل حماد وكيل وزارة التربية والتعليم

الإشراف
العام
العلمى
واللغوى
والتربوى

الأستاذة بكلية الهندسة والعلوم والآداب والتربية والبنات بجامعات القاهرة وعين شمس والأزهر والأسكندرية

أ.د. محمد أديب رياض غنيمى	أ.د. محيى الدين عبد اللطيف قناوى	أ.د. منصور محمد حسب النبى
أ.د. محمد صابر سليم	أ.د. فتحى محمد أبو عيانة	أ.د. علاء الدين بهجت
أ.د. مراد إبراهيم الدسوقي	أ.د. محمد أحمد حمودة	أ.د. محمد سمير عبد المعز

المراجعة
العلمية
المتخصصة

الترجمة

أ. جمال سليمان عبد الرحيم	أ. عبد الرؤوف محمد حسنين	أ. ريهام أسامة السكرى
أ. صفوت عبد الحافظ صابر	أ. محمد نبيل عبد الله محمود	أ. ميسرة محمد عبد الرحمن
أ. غادة أسامة السكرى		

الترجمة

مستشار الطباعة: أحمد عارف حسن الزين المستشار الفنى: عادل البطرأوى

دار الكتاب المصرى
القاهرة

٣٣ شارع قصر النيل. تليفون: ٣٩٢٢١٦٨ / ٣٩٣٤٣٠١ / ٣٩٢٤٦١٤
ص.ب. ١٥٦ - الرمز البريدي: ١١٥١١ - برقى: كتامصر - القاهرة
نلكس: ATT: Mr. Hassan El - Zein 23881, 22481 - القاهرة
فاكسميل ٣٩٢٤٦٥٧ (٢٠٢) 3924657 (202) FAX:

جميع حقوق
الطبع
والنشر
والتوزيع
محفوظة
للتأشيرين

دار الكتاب اللبنانى
بيروت

شارع مدام كوري - تجاه فندق بريستول - بيروت
تليفون: ٣٥١٤٣٣
صندوق بريد: ٨٣٣٠ - ١١ بيروت - لبنان. برقى: داكلبان
فاكسميل ٣٥١٤٣٣ (٩٦١١) 351433 (9611) FAX:
TELEX: DKL 23715 LE ATT: Mr. HASSAN El - ZEIN

كتب تايم لايف
TIME LIFE BOOKS

رئيس تنفيذى: TREVOR LUNN
مدير تنفيذى: HANS BERGMANS

Time - Life Books Europe
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
Tel : 5104911
Fax: 6140438

يمنع الاقتباس والنقل والترجمة والتصوير
إلا بإذن خاص من الناشرين

الطبعة الأولى ١٤١٧ هـ - ١٩٩٧ م
رقم الإيداع: AD 1997 - H 1417
I.S.B.N. 977 - 238 - 647 - 6 ٩٥ / ٧٠١٦

"Authorized Arabic language edition ©1996
Time - Life Books Europe and
Dar Al-Kitab Al- Masri .
Original Japanese language edition ©1993
All rights reserved."